

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、石鹸かす、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^3 に対し、水漏れが無かった建物では 97 ng/m^3 、戸外は 10 ng/m^3 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ただけで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）

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

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と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 文献〔3〕	研究目的 Problem buildings with SBS complaints における MVOC の実態調査。 研究方法 7 ヶ所の mouldy building における室内および室外空气中 MVOC を測定。 室内：229 サンプル、室外：76 サンプル	MVOC	アクティブ法 吸着剤：Anasorb 747 捕集流量：200mL/min 捕集時間：240min 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 <i>et al.</i> , 1998, Germany 文献〔4〕	研究目的 室内カビの指標となる MVOC を選定する。 研究方法 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。 1997 年 2 月～3 月 5～7 歳の子供 参加に同意した家庭の住宅：132 軒 mould formation あり：15 軒 mould formation なし：117 軒	<u>Air</u> MVOC <u>Mattress dust</u> カビ 質問票 ・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 ・アレルギー症状は ISAAC の質問票で評価 ・換気、両親の喫煙、築年数など	<u>MVOC の捕集</u> パッシブ法 サンプリャー：3500 OVM (3M, Germany) 捕集場所：子供の寝室 壁から最低 1m 離れた高 1.5m の地点 捕集時間：4weeks アクティブ法 吸着剤：活性炭 捕集流量：25mL/min <u>Mattress dust の捕集</u> 採取場所：子供の mattress 採取機器：Filter box を装着した電気掃除機 採取面積：mattress 全体 採取時間：5min 測定法：GC/FID	11 種類の MVOC が全ての住宅から検出された。 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, α-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 文献 [18]	研究目的 House dust 中の <i>Aspergi Illus versicolor</i> から発生する揮発性代謝物の検討。 研究方法 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 1 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。	<u>House dust</u> 採取機器: cleaner bag を装着した電気掃除機 採取時間・採取量: 記載なし	<u>MVOC</u> アクティブ法 吸着剤: Tenax TA 捕集流量: 135 - 185mL/min 捕集量: 1L、測定法: GC/MS <u>Aldehydes</u> アクティブ法 吸着剤: DNHP-silica Sep Pak 捕集流量: 162 - 200mL/min 捕集量: 1L 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 文献 [15]	研究目的 House dust 中のカビ量とその代謝活動として CO ₂ や MVOC を検討。 研究方法 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。	<u>House dust</u> 採取機器: cleaner bag を装着した電気掃除機 採取時間・採取量: 記載なし	<u>MVOC</u> アクティブ法 吸着剤: Tenax TA 捕集流量: 140 - 230mL/min 捕集時間: 5min 捕集量: 1L、測定法: GC/MS <u>Aldehydes, ketones</u> アクティブ法 吸着剤: DNHP-silica Sep Pak 捕集流量: 162 - 200mL/min 捕集量: 1L 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 文献 [9]	研究目的 建材に生じたカビから放出される MVOC を調査。 研究方法 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 Cardboard: 10 もしくは 11days 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	<u>MVOC</u> アクティブ法 吸着剤: Tenax TA 捕集量: plaster board 1.5L : cardboard 0.9 or 1.8L 測定法: GC/MS	Cardboard の場合、3 種のカビ (<i>Penicillium chrysogenum</i> , <i>Sta chytotris 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 文献 [16]	研究目的 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。 研究方法 各種建材に建物から採取したカビを植菌。24L ガラスチャンバー内で培養、培養時間は、最長 13weeks。 培養後、チャンバー内の空気を捕集し、MVOC を測定。	MVOC, Carbonyl compounds	<u>MVOC</u> アクティブ法 吸着剤: Tenax TA 捕集流量: 150 - 240mL/min 捕集時間: 6 - 10min 捕集量: 1.5L 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 文献 [13]	研究目的 異なるカビ種から放出される MVOC の種類を検討。 研究方法 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 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。 吸着剤: Carbowax/divinylbenzene, polyacrylate, polydimethylsiloxane もしくは Carboxen/polydimethylsiloxane 捕集時間: 24 - 48h、 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抽出する。 Bornehag CG <i>et al.</i> Sweden 文献 [33]	ダスト 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） 方法：掃除器で吸引 Millipore aerosol analysis monitors, typeA に収集。 <u>浮遊粒子状物質</u> 採取場所：居間床およびテーブル1.1m 上の地点 方法：掃除機で吸引 Millipore MHTS025AC filters(Millipore)に収集。	健康診断（400人）、血液検査（387人）でアレルゲン（specific immunoglobulin E）を測定	ダスト：38軒 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, Disobutyl phthalate, Heavier phthalates）	症状又は症例	検出されたフタル酸エステルの種類は、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）が検出され、ジェチル（DEP）とフタル酸ジイソブチル（DIBP）は極微量であった。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。 Oie L <i>et al.</i> Norway 文献 [32]	方法：ダストは掃除機で吸引し 90-mm membrane filters に集め、フタル酸を検出。 採取場所：390世帯の住宅の子供部屋の molding と棚から集めた。	健康診断（400人）、血液検査（387人）でアレルゲン（specific immunoglobulin E）を測定	ケース群：198人 コントロール群：202人	フタル酸6種（BBzP, DEHP, DEP, DIBP, DnBP, DINP）	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。 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見られなかった。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。 Kamijima M <i>et al.</i> Japan 文献 [34]	症例建物：A ビル、築7年） 対照建物：B ビル、築30年以上） ・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 ² をアセトン含浸脱脂綿で拭き取る。 アレルギーマ等について質問調査票	フタル酸エステル類の空气中濃度：ろ過捕集後、GC-MS で分析。 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） 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、 検出可能：フタル酸ジメチル、フタル酸ジェチル、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、フタル酸ジェチルヘキシル(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、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。 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。 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 ビルのみにみられた。

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
新築オフィスパイルにおける労働者の 悲訴および不快感についての原因 調査 Hutter HP <i>et al.</i> オーストリア 文献 [31]	3 新築オフィスパイルにおいて床ダ ストと室内空気の採取。各月で 8 ヶ月間行う。 VOC : adsorption tube ホルムアルデヒド：アクリティブ法 ダスト：sedimentation で 1 週間体 積させた後、吸引。 調査票：職場の環境状態および、 移動前と後の悲訴について	VOC：ガスクロで分析 ダスト：半揮発性・非 揮発性物質について ヘキササンで抽出後、ガ スクロで分析	3 カ所のピル の労働者（人数 不明）	VOC、ホルムアルデヒ ド、 tris-2-butoxyethyl-phosph ate(TBEP) diethylhexylphthalate (DEHP)	眼刺激、咽頭炎、 様々な症状	VOC とホルムアルデヒドは全体として低濃度。しかし、ダストサン プルから高濃度の 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発生源だったが、DEHP の発 生源は複数だった。 調査票からは労働者は新ビルに移転後、粘膜の不快感が増し、快適 感が減少したことが判明。ビル全体の床のコーティングを隅々はがし 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
湿気の高いオフィスパイル環境にお いて、鼻の諸症状を示す労働者に ついて調査 Walinder R, <i>et al.</i> Sweden 文献 [35]	臨床検査：鼻洗浄および最大呼吸 流量を測定 無機繊維絶縁と石膏ボードにおけ る微生物の採取		ケース群：12 ピ ルの労働者 コントロール 群（湿気・微生 物の増殖が認 められない）： 8 ビルの労働 者	微生物 (Stachybotrys SP を含 む) と揮発性生物由来化 合物	鼻の諸症状	洗浄液の中の好酸球菌カオチンタンパク、myeloperoxidase, アルブミ ンの濃度と、多くの好酸球菌の湿気のあるピルの労働者でより高かった。 湿気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気のあるビルで、室内空気の 2-ethyl-1-hexanol の増加が認められた。 湿気の高いオフィスパイルでは、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。
病院におけるコンクリート床の湿 気と建物デザインの間接および、 病院職員の鼻と目の症状 (symptom)と医学的兆候について Wieslander G <i>et al.</i> Sweden 文献 [36]	場所：高齢者病院 4 カ所 臨床検査： acoustic rhinometry、 鼻洗浄 調査票 環境測定：温度、湿度、気流、照 明		職員 95 名	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	目および鼻の諸症 状	コンクリート床から湿気、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。
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 Norback D <i>et al.</i> Sweden 文献 [37]	場所：高齢者病院 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気お よびたまったダスト内のアレルゲ ンを測定。		職員 87 名	DEHP、アレルゲン（ハ ウスダスト、ダニ、犬、 猫、等）	喘息（自覚症状 17%と医師の診断 8%）	喘息症状は、PVC 床に湿気と関連した 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気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気が低く、喘息症状もほとんど見られなか った (4%)。

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： オフィスビル, 1; デイク アセンター, 1; 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 ³); 外気, 低濃度の有機リン酸化合物（<1 ng/m ³ 未満）
Ingerowski <i>et al.</i> (2001) ドイツ 文献 [40]	室内空気： 一般家屋, 50 ハウスダスト： 一般家屋, 436	・室内空気：アクティブ法（PUF 使用） ・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）： TCEP, <LOD-121; TCIPP, <LOD-375 気中濃度（ng/m ³ ）： 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： 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。 最大濃度は TBP, 0.1 μg/m ³ 。
Saito <i>et al.</i> (2002) 日本 文献 [28]	室内空気： 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）。 TCIPP：一般家屋 夏季, 1.5–14,200 ng/m ³ 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 ・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 床ダスト：TBEP, 0.014–5.3 g/kg PC スクリーン：TPhP, 4.0 μg/m ²
Hartmann <i>et al.</i> (2004) スイス 文献 [52]	室内空気： 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 ³ ） に検出された。
Saito <i>et al.</i> (2007) 日本 文献 [53]	室内空気： 新築家屋, 18 新築オフィス, 14 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） 内装・什器表面： 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; 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]	デイクアセンター （n=10）の室内空気・ 外気・床ダスト・土：	室内空気：アクティブ法 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）	有機リン酸系殺虫剤検出濃度（中央値）： 室内空気, 15.2 ng/m ³ ; 外気, 6.35 ng/m ³ ; 床ダスト (HVS3), 0.779 ppm; 床ダスト(紙バック), 1.34 ppm; 土, 0.007 ppm
Saito <i>et al.</i> (2001) 日本 文献 [28]	室内空気： 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 ³ ）： ジクロルボス, 0.76-18.1; クロルピリホス, <1.0-5.3; ダイアジノン, <1.0-3.3; フェントロチオン, <1.0-51.3
Wilson <i>et al.</i> (2003) USA 文献 [56]	児童 9 人の住居、学校、 デイクアセンターの室 内空気、外気、土他	室内空気：アクティブ法 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）： 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、クロス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 African-American Dominican (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） 母体血と臍帯血を採取し、29 農薬について分 析 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。 ・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） ハウスダスト：HVS3 で採取 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カダイアジノンが 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 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） 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。 ・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で有意な差がなかった。 ・有機リン系ではマラチオンが最も頻繁に検出された。

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、0.1m³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 χ^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は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 症状の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, 森本兼曩, 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) 金沢文子, 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)

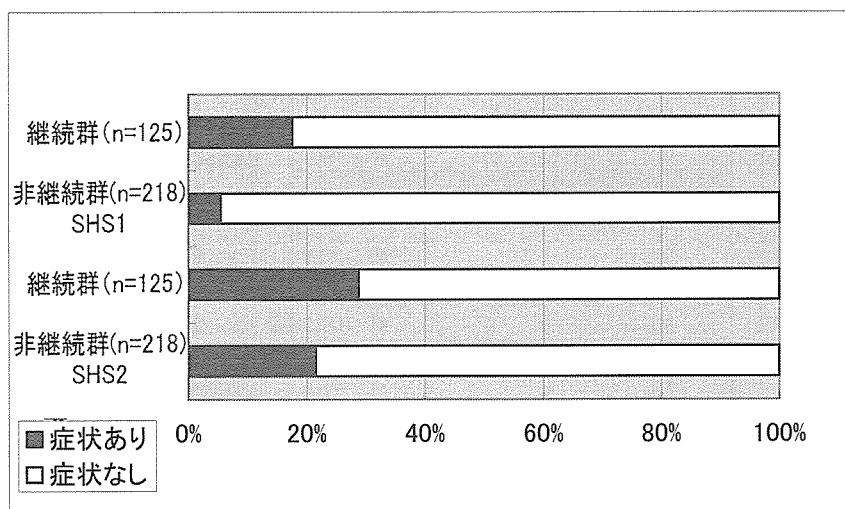


図1. 継続対象者と離脱者の平成16年度時点における有訴率

表1. 継続住宅と離脱住宅の主な室内環境要因の比較

N=104軒

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

表3. 対象者の性・年齢構成

	男性		女性		合計	
年齢	度数	(%)	度数	(%)	度数	(%)
10歳未満	15	(23.4)	17	(24.3)	32	(47.7)
10-19歳	7	(10.9)	8	(11.4)	15	(22.3)
20-29歳	4	(6.2)	2	(2.9)	6	(9.1)
30-39歳	9	(14.1)	16	(22.9)	25	(37.0)
40-49歳	16	(25.0)	13	(18.6)	29	(43.6)
50-59歳	5	(7.8)	6	(8.6)	11	(16.4)
60歳以上	7	(10.9)	8	(11.4)	15	(22.3)
不明	1	(1.6)			1	(1.6)
合計	64	(47.8)	70	(52.2)	134	(100)

表4. 対象者の生活習慣等の特徴

		度数	%
家の臭い		16	11.9
	気にならない	97	72.4
家の空気	悪いと感じる	10	7.5
	感じない	103	76.9
家具の臭い	気になる	5	3.7
	気にならない	108	80.6
喫煙	吸う	19	14.2
	以前吸っていた	9	6.7
	吸わない	85	63.4
睡眠時間	6時間未満	8	6.0
	6時間以上	126	94.0
睡眠を充分と感じるか	充分	69	51.5
	不十分	44	32.8
目覚めはすっきりとした気分か	いいえ	23	17.2
	ときに	31	23.1
	たいてい	45	33.6
	いつも	14	10.4
ぐっすり眠れていると感じるか	いいえ	18	13.4
	ときに	19	14.2
	たいてい	55	41.0
	いつも	21	15.7
運動の頻度	ほぼ毎日	10	7.5
	週2－4回	23	17.2
	週1回程度	18	13.4
	月1回程度	12	9.0
	ほとんどしない	50	37.3
飲酒頻度	ほぼ毎日	20	14.9
	週3－5回	11	8.2
	週1－2回	15	11.2
	月1回程度	10	7.5
	年1－10回	8	6.0
	飲まない	49	36.6
朝食を食べるか	ほぼ毎日食べる	99	73.9
	時々食べる	9	6.7
	食べない	5	3.7
栄養バランスを考えるか	考える	67	50.0
	少しは考える	42	31.3
	考えない	4	3.0
1日の労働時間	11時間以上	12	9.0
	10時間	18	13.4
	9時間	14	10.4
	8時間	17	12.7
	7時間以下	52	38.8
ストレスの感じ方	多い	32	23.9
	普通	56	41.8
	少ない	24	17.9
業務(学校)での危険物・化学物質の取り扱い	あり	10	7.5
	なし	102	76.1
業務(学校)での粉塵	あり	8	6.0
	なし	104	8.0

表5. 対象者のアレルギー疾患の状況

N=134人

項目	人数	%
気管支喘息		
現在治療中	4	(3.0)
2年以内に治療	5	(3.7)
3年以上前に治療	8	(6.0)
なし	117	(87.3)
アトピー性皮膚炎		
現在治療中	14	(10.4)
2年以内に治療	7	(5.2)
3年以上前に治療	11	(8.2)
なし	102	(76.1)
かぶれ		
現在治療中	4	(3.0)
2年以内に治療	8	(6.0)
3年以上前に治療	4	(3.0)
なし	118	(88.0)
花粉症		
現在治療中	3	(2.2)
2年以内に治療	5	(3.7)
3年以上前に治療	7	(5.2)
なし	119	(88.8)
アレルギー性鼻炎		
現在治療中	11	(8.2)
2年以内に治療	23	(17.1)
3年以上前に治療	11	(8.2)
なし	89	(66.4)
アレルギー性結膜炎		
現在治療中	4	(3.0)
2年以内に治療	11	(8.2)
3年以上前に治療	10	(7.4)
なし	109	(81.3)
食物アレルギー		
現在治療中	3	(2.2)
2年以内に治療	0	(0.0)
3年以上前に治療	7	(5.2)
なし	124	(92.5)

表6. 対象者のシックハウス症状有訴率

最近の自覚症状	SHS1		SHS2	
	度数	(%)	度数	(%)
2) とても疲れる	0	(0.0)	0	(0.0)
2) 頭が重い	1	(0.9)	1	(0.9)
2) 頭が痛い	0	(0.0)	1	(0.9)
2) はきけやめまい	0	(0.0)	1	(0.9)
2) 物事に集中できない	0	(0.0)	0	(0.0)
1) 2) 目がかゆい・あつい・チクチクする	2	(1.5)	5	(3.7)
1) 2) 鼻水・鼻づまり、鼻がムズムズする	12	(9.0)	20	(14.9)
1) 2) 声がかすれる、のどが乾燥する	5	(3.7)	16	(11.9)
1) 2) せきがでる	4	(3.0)	12	(9.0)
1) 2) 顔が乾燥したり赤くなる	2	(1.5)	11	(8.2)
1) 2) 頭や耳がかさつく・かゆい	2	(1.5)	6	(4.5)
1) 2) 手が乾燥する・かゆい・赤くなる	4	(3.0)	7	(5.2)
1) しっしんがでる	2	(1.5)	6	(4.5)
眠れない、夜中に眼が覚める	2	(1.8)	5	(4.4)
イライラする	3	(2.7)	3	(2.7)
ゆううつである、さびしい、不安になる	0	(0.0)	0	(0.0)
なにごとにもおっくうである	1	(0.9)	2	(1.8)
将来に希望が持てない	0	(0.0)	0	(0.0)
手足がほてる	0	(0.0)	1	(0.9)
手足が冷える	2	(1.8)	3	(2.7)
汗をかきやすい	1	(0.9)	1	(0.9)
筋肉や関節がいたい	0	(0.0)	0	(0.0)
手足がしびれる・ふるえる	0	(0.0)	0	(0.0)
脱力感がある	0	(0.0)	0	(0.0)
腹痛がある	0	(0.0)	0	(0.0)
下痢をする、便秘する	0	(0.0)	0	(0.0)
胸やけがする	0	(0.0)	0	(0.0)
1) 口内炎	0	(0.0)	0	(0.0)
わった	1	(0.9)	1	(0.9)
1) ヒューヒュー・ゼーゼーいう	1	(0.8)	2	(1.5)
息がしにくい	1	(0.9)	1	(0.9)
SHS12項目有訴者	16	(11.9)	33	(24.6)
眼症状	2	(1.5)	5	(3.7)
鼻症状	12	(9.0)	20	(15.0)
喉症状	7	(5.2)	20	(15.0)
皮膚症状	4	(3.0)	13	(9.7)
精神・神経症状	1	(0.7)	2	(1.5)
(参考) SHS31項目有訴者	19	(14.2)	34	(25.4)

注 1) 6歳以下の未就学児への質問項目

2) Andersson et al., 1988らによるシックビル質問票日本語版に合わせた12項目

表7. 住宅の特徴とシックハウス症状の関連

		SHS1				SHS2			
		あり	なし	合計	OR(95%CI)	あり	なし	合計	オッズ比(95%CI)
1年以内のリフォーム	あり	2	10	12	1.54 (0.31-7.78)	6	6	12	3.52 (1.05-11.79)
	なし	14	108	122		27	95	122	
室内での芳香剤利用	あり	2	38	40	0.30 (0.06-1.39)	6	34	40	0.44 (0.16-1.16)
	なし	14	80	94		27	67	94	
室内での防虫剤	あり	3	12	15	2.04 (0.31-8.18)	4	11	15	1.13 (0.33-3.82)
	なし	13	106	119		29	90	119	
結露の発生	あり	10	63	73	1.46 (0.49-4.26)	19	54	73	1.18 (0.53-2.61)
	なし	6	55	61		14	47	61	
かびの発生	あり	13	91	104	1.29 (0.34-4.85)	28	76	104	1.84 (0.64-5.28)
	なし	3	27	30		5	25	30	
カビの臭い	あり	3	29	32	0.71 (0.19-2.66)	13	19	32	2.81 (1.19-6.62)
	なし	13	89	102		20	82	102	
濡れタオルの乾きにくさ	あり	3	15	18	1.58 (0.40-6.21)	6	12	18	1.65 (0.57-4.81)
	なし	13	103	116		27	89	116	
5年以内の水漏れ	あり	0	17	17	—	4	13	17	0.93 (0.28-3.09)
	なし	16	101	117		29	88	117	
ペット	いる	6	35	41	1.42 (0.48-4.22)	12	29	41	1.42 (0.62-3.25)
	いない	10	83	93		21	72	93	
喫煙者	いる	3	28	31	0.74 (0.20-2.79)	5	26	31	0.52 (0.18-1.47)
	いない	13	90	103		28	75	103	
居間のじゅうたん・カーペット	敷き詰めている・一部に敷いている	15	91	106	4.45 (0.56-35.25)	28	78	106	1.65 (0.57-4.76)
	敷いていない	1	27	28		5	23	28	
床材	板以外	0	4	4	—	0	4	4	—
	板(フローリング)	16	114	130		33	97	130	
壁の材質	ビニールクロスの壁紙	11	77	88	—	19	69	88	—
	布クロスの壁紙	2	22	24		5	19	24	
	合板	3	9	12		3	9	12	
	その他	0	10	10		6	4	10	
居間で食べるか	食べる	16	116	132	—	33	99	132	—
	食べない	0	2	2		0	2	2	
居間でのドライクリーニング保管	ある	1	9	10	0.81 (0.10-6.83)	4	6	10	2.18 (0.58-8.27)
	ない	15	109	124		29	95	124	
居間での有機溶媒(ベンジン・シンナー・塗料・マニキュアや除光液など)の使用・保管	ある	2	15	17	0.98 (0.20-4.75)	3	14	17	0.62 (0.16-2.31)
	ない	14	103	117		30	87	117	

 χ^2 検定

表8. 生活習慣・健康状態とシックハウス症状との関連

		SHS1				SHS2			
		あり	なし	合計	OR(95%CI)	あり	なし	合計	OR(95%CI)
性別	男性	5	59	64	0.45 (0.15-1.39)	12	52	64	0.54 (0.24-1.21)
	女性	11	59	70		21	49	70	
年齢グループ	19歳以下	8	39	47	1.39 (0.81-2.39)	14	33	47	1.30 (0.87-1.92)
	20-39歳	2	29	31		7	24	31	
	40-59歳	6	34	40		11	29	40	
	60歳以上	0	15	15		1	14	15	
家の臭い	気になる	3	13	16	2.26 (0.54-9.43)	5	11	16	1.55 (0.49-4.94)
	気にならない	9	88	97		22	75	97	
家の空気	悪いと思う	3	7	10	4.48 (0.98-20.38)	6	4	10	5.86 (1.51-22.66)
	思わない	9	94	103		21	82	103	
家具の臭い	気になる	1	4	5	2.20 (0.23-21.52)	1	4	5	0.79 (0.08-7.37)
	気にならない	11	97	108		26	82	108	
タバコ	吸う	1	18	19	0.42 (0.05-3.46)	3	16	19	0.55 (0.15-2.04)
	吸わない	11	83	94		24	70	94	
家で過ごす時間	21時間以上	1	15	16	0.46 (0.06-3.72)	3	13	16	0.68 (0.18-2.54)
	20時間以下	15	103	118		30	88	118	
睡眠時間	6時間未満	0	8	8	—	0	8	8	—
	6時間以上	16	110	126		33	93	126	
睡眠は充分か	不十分	7	37	44	2.42 (0.72-8.18)	15	29	44	2.46 (1.02-5.93)
	充分	5	64	69		12	57	69	
目覚めたときすっきりとした気分か	いいえ・ときに	10	44	54	6.48 (1.35-31.08)	16	38	54	1.84 (0.76-4.42)
	たいてい・いつも	2	57	59		11	48	59	
ぐっすり眠れていると感じるか	いいえ・ときに	8	29	37	4.97 (1.39-17.78)	11	26	37	1.59 (0.64-3.88)
	たいてい・いつも	4	72	76		16	60	76	
運動	週2回以上	4	29	33	1.24 (0.35-4.44)	7	26	33	0.81 (0.30-2.14)
	週1回以下	8	72	80		20	60	80	
お酒	週1日以上	6	40	46	1.53 (0.46-5.06)	8	38	46	0.53 (0.21-1.35)
	週1日未満	6	61	67		19	48	67	
朝食	時々食べる・食べない	1	13	14	0.62 (0.07-5.17)	2	12	14	0.49 (0.10-2.36)
	ほぼ毎日食べる	11	88	99		25	74	99	
栄養のバランス	少しは考える・考えない	6	40	46	1.53 (0.46-5.06)	14	32	46	1.82 (0.76-4.35)
	考える	6	61	67		13	54	67	
1日の労働時間	9時間以上	5	39	44	1.14 (0.34-3.83)	10	34	44	0.90 (0.37-2.20)
	9時間未満	7	62	69		17	52	69	
ストレス	多いと思う	4	28	32	1.49 (0.40-5.49)	7	25	32	0.90 (0.34-2.40)
	普通・少ないと思う	7	73	80		19	61	80	
業務(学校)での危険物・化学物質の取り扱い	ある	0	10	10	—	0	10	10	—
	ない	11	91	102		26	76	102	
業務(学校)での粉塵の取り扱い	ある	2	6	8	3.52 (0.61-20.05)	2	6	8	1.11 (0.21-5.87)
	ない	9	95	104		24	80	104	

 χ^2 検定

表9. アレルギー疾患の状況とシックハウス症状の関連

		SHS1				SHS2			
		あり	なし	合計	OR(95%CI)	あり	なし	合計	OR(95%CI)
現在のアレルギー	あり	7	20	27	3.81 (1.27-11.43)	11	16	27	2.66 (1.08-6.53)
	なし	9	98	107		22	85	107	
アレルギー歴	あり	12	60	72	2.90 (0.88-9.51)	25	47	72	3.59 (1.47-8.72)
	なし	4	58	62		8	54	62	

χ²検定

表10. MVOC類の測定結果

	$\mu\text{g}/\text{m}^3$						検出率 (%)
	Median	Min	25%	75%	Max		
2-Hexanone	<LOD	<LOD	<LOD	0.67	1.82		41.5
2-Pentanol	0.53	<LOD	<LOD	0.81	3.82		51.2
2-Heptanone	<LOD	<LOD	<LOD	0.56	1.52		26.8
3-Methyl-1-butanol	0.78	<LOD	<LOD	1.30	2.33		65.9
1-Pentanol	1.22	<LOD	<LOD	2.25	12.15		73.2
3-Octanone	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	1.01		4.9
3-Octanol	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD		0.0
1-Octene-3-ol	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	1.25		19.5

表11. カビの有無およびカビ臭の有無とMVOC濃度の関連

	$\mu\text{ g/m}^3$ N=41軒										
	カビあり N=29					カビなし N=12					
	Median	Min	25%	75%	Max	Median	Min	25%	75%	Max	p値
2-Hexanone	<LOD	<LOD	<LOD	0.66	1.20	<LOD	<LOD	<LOD	0.80	1.82	0.848
2-Pentanol	0.53	<LOD	<LOD	0.84	3.82	0.45	<LOD	<LOD	0.79	2.86	0.976
2-Heptanone	<LOD	<LOD	<LOD	0.42	1.52	<LOD	<LOD	<LOD	0.70	0.95	0.582
3-Methyl-1-butanol	0.59	<LOD	<LOD	1.17	2.17	0.89	<LOD	0.68	1.48	2.33	0.132
1-Pentanol	1.22	<LOD	0.56	2.61	12.15	1.12	<LOD	<LOD	1.58	5.08	0.272
3-Octanone	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	1.01	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0.49	0.539
3-Octanol											
1-Octene-3-ol	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	1.08	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	1.25	0.772
	カビ臭あり N=10					カビ臭なし N=31					
	Median	Min	25%	75%	Max	Median	Min	25%	75%	Max	p値
2-Hexanone	<LOD	<LOD	<LOD	0.78	1.17	<LOD	<LOD	<LOD	0.59	1.82	0.552
2-Pentanol	<LOD	<LOD	<LOD	0.60	1.64	0.63	<LOD	<LOD	0.87	3.82	0.133
2-Heptanone	<LOD	<LOD	<LOD	0.84	1.52	<LOD	<LOD	<LOD	0.54	0.95	0.599
3-Methyl-1-butanol	0.84	<LOD	<LOD	1.00	1.83	0.74	<LOD	<LOD	1.49	2.33	0.963
1-Pentanol	1.30	<LOD	<LOD	4.02	12.15	1.22	<LOD	0.55	2.10	5.08	0.976
3-Octanone	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	1.01	0.416
3-Octanol											
1-Octene-3-ol	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0.53	1.25	0.079

Mann-Whitney検定

表12. フタル酸エステル類およびリン酸トリエステル類の測定結果(ハウスダスト)

		$\mu\text{g/g}$											
Phthalate esters	LOD	床から35cm以上						床					
		Median	Min	25%	75%	Max	検出率(%)	Median	Min	25%	75%	Max	検出率(%)
DMP	0.2	<LOD	<LOD	<LOD	0.3	1.0	30.0	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	4.9	24.4
DEP	0.24	0.3	<LOD	<LOD	0.6	6.3	65.9	0.3	<LOD	<LOD	0.4	1.9	62.5
DiBP	0.08	2.4	0.5	1.1	3.6	21.8	100	2.9	0.6	1.6	9.0	31.1	100
DnBP	3.5	22.3	5.1	11.9	42.3	549	100	19.8	1.8	12.8	35.0	1476	97.6
BBP	0.2	2.4	<LOD	1.1	5.5	35.8	92.7	4.2	<LOD	2.9	7.9	52.1	97.6
DEHP	0.84	1200	220	557	2535	10200	100	880	98.2	627	1494	5850	100
DiNP	4.0	116	4.0	49.4	263	13100	100	126	10.6	69.2	326	1200	100
Phosphate triesters													
TMP	1.0	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0
TEP	0.52	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	2.1	12.5	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	2.1	20.0
TPP	0.49	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0
TBP	0.73	1.1	<LOD	<LOD	1.6	2.7	72.5	1.4	<LOD	0.9	2.3	15.6	90.0
TCIPP	1.1	50.9	10.3	29.8	91.6	462	100	18.7	5.4	10.2	33.6	291	100
TCEP	1.3	9.8	<LOD	5.9	19.2	70.7	92.7	7.5	<LOD	4.8	12.9	308	97.6
TEHP	1.3	2.1	<LOD	<LOD	3.5	6.6	70.0	4.3	<LOD	2.7	6.0	16.2	90.0
TBEP	1.2	164	5.9	89.3	283	749	100	1570	61.8	577.0	2661.0	5890.0	100
TDCPP	1.2	22.3	5.80	13.7	35.6	127	100	4.0	<LOD	<LOD	11.5	105	73.2
TPhP	1.6	14.3	<LOD	8.7	30.1	175	97.6	5.4	<LOD	1.9	10.4	78.4	75.6
TCP	4.2	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	102	21.6	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	13.9	12.5

表13. フタル酸エステル類およびリン酸トリエステル類の測定結果(室内空気)

		ng/m^3					
Phthalate esters	LOD	Median	Min	25%	75%	Max	検出率(%)
DMP	3.2	47.9	11.9	31.9	71.5	191	100
DEP	3.6	60.7	22.3	40.9	85.2	203	100
DiBP	0.8	75.0	13.2	40.2	112	321	100
DnBP	13.6	200	79.6	139	308	740	100
BBP	2.9	<LOD	<LOD	<LOD	3.0	26.6	25.6
DEHP	11.6	147	11.8	69.1	269	1660	100
DiNP	64.9	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	192	12.8
Phosphate triesters							
TMP	10	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	21.1	2.6
TEP	5.1	62.3	18.1	36.0	140	511	100
TPP	4.8	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	17.5	7.7
TBP	7.1	27.1	<LOD	19.5	43.3	121	97.5
TCIPP	10.8	89.2	15.5	41.7	127	2660	100
TCEP	12.6	15.5	<LOD	<LOD	21.2	297	60
TEHP	13	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0.0
TBEP	11.8	23.0	<LOD	<LOD	39.1	159	64.1
TDCPP	11.5	<LOD	<LOD	<LOD	20.5	61	37.5
TPhP	15.6	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	32.1	7.7
TCP	77.9	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0

Abbreviations :

butylbenzylphthalate, BBP;
 diethylhexylphthalate, DEHP;
 diethylphthalate, DEP; di-*i*-butylphthalate,
 DiBP; di-*i*-nonylphthalate, DiNP; di-*n*-
 butylphthalate, DnBP; dimethylphthalate,
 DMP; tributylphosphate, TBP;
 tricresylphosphate, TCP; triethylphosphate,
 TEP; trimethylphosphate, TMP;
 tripropylphosphate, TPP; tris(2-
 butoxyethyl)phosphate, TBEP; tris(2-
 chloroethyl)phosphate, TCEP; tris(2-chloro-
i-propyl)phosphate, TCPP; tris(1,3-
 dichloro-2-propyl)phosphate, TDCPP;
 tris(2-ethylhexyl)phosphate, TEHP;