

岡山地区におけるシックハウス症候群に関する疫学研究 3

分担研究者 瀧川 智子 岡山大学大学院医歯薬学総合研究科公衆衛生学分野 助手
(吉良尚平教授より継承)

研究要旨

岡山地区においては、シックハウス症候群（SHS）の主な原因である化学物質や、真菌、ダニアレルゲンといった室内環境因子と質問票より得られた自覚症状との関連を明らかにすることを目的として以下の3点について検討した。

1. 新築家屋における室内環境測定および質問票調査（統一プロトコール）

2004 年度に引き続き、シックハウス症候群とその原因となりうる住居環境や生活様式などとの関連を検討することを目的として、環境測定および質問票調査を実施した。

気中化学物質濃度に関しては formaldehyde、acetaldehyde、p-dichlorobenzene において指針値を超過した家屋があった。TVOC については暫定目標値を上回った家屋はなかった。真菌では、Cladosporium cladosporioides、Penicillium sp.の気中濃度・検出率が高かった。ダニアレルゲン量は寝具より居間の床・敷物から多く検出された。

SHS に関係する自覚症状を用いて居住者を定義すると、SHS1（狭義の SHS）は 11 名（6.5%）、SHS2（広義の SHS）は 21 名（12.4%）であった。SHS 症状と環境測定の結果の関連性を検討したところ、気中化学物質濃度は SHS1 群・SHS2 群の方が non-SHS 群の方より低い傾向にあった。居間の真菌濃度・ダニアレルゲン量についても同様であったが、寝具のダニアレルゲン量に関しては SHS 群の方が高い傾向が見られた。

SHS1 群と関連する質問票の住居の項目は、「屋内でペットを飼っている」であった。SHS2 群については、「屋内でペットを飼っている」、「風呂場の濡れタオルが乾きにくい」であった。SHS1 群と関連する質問票の健康の項目は、「家のにおいが気になる」、「家の空気が悪いと感じる」、「粉塵にさらされる」であった。SHS2 群については、「喫煙（吸う、以前吸っていた）」、「粉塵にさらされる」であった。

2. 室内化学物質濃度と尿中揮発性有機化合物（VOC）濃度との関係についての検討

室内の低濃度 VOC への曝露時における生体内曝露量を推定し、曝露指標としての有用性を検討するために、環境測定に参加した家屋の居住者の就寝前と翌朝起床時の尿に含まれる VOC を測定した。同時に就寝中のみの気中 VOC 濃度も測定して尿中 VOC 濃度と比較した。尿中 toluene、o-xylene、total xylene、p-dichlorobenzene は曝露指標として利用できる可能性があるという結果が得られたが、曝露濃度である気中濃度が新築家屋としては比較的低濃度であったため、さらなる検討が必要と考えられた。

3. 南岡山医療センターアレルギー科との共同研究

2005 年度に経験した共同研究症例は 1 例で、環境測定を行った。家屋のリフォーム後に症状が発症したと訴えており、p-dichlorobenzene、TVOC が高濃度であったが、原因となるような物質は特定できなかった。

研究協力者

竹内 靖人 中央労働災害防止協会中国四国安全衛生
サービスセンター
片岡 洋行 就実大学薬学部 教授
三谷公里栄 就実大学薬学部 助手
高橋 清 独立行政法人国立病院機構
南岡山医療センター 院長
岡田 千春 独立行政法人国立病院機構
南岡山医療センターアレルギー科 医長

王 炳玲 岡山大学大学院医歯薬学総合研究科
公衆衛生学分野 大学院生
山崎 雪恵 岡山大学大学院医歯薬学総合研究科
公衆衛生学分野 大学院生
坂野 紀子 岡山大学大学院医歯薬学総合研究科
公衆衛生学分野 大学院生

A. 研究目的

1. 新築家屋における室内環境測定および質問票調査（統一プロトコール）

2004 年度調査の追跡調査として、全国 6 地域において統一プロトコールに基づいた環境測定（化学物質、真菌、ダニアレルゲン）および質問票調査を実施し、シックハウス症候群（SHS）の自覚症状と室内空気質、住居環境や住まい方との関連を明らかにすることを目的とする。

2. 室内気中化学物質濃度と尿中揮発性有機化合物（VOC）濃度との関係についての検討

室内の建材などから放出される VOC の生体内曝露量を推定し、曝露指標としての有用性を検討することを目的として、尿中に排出される芳香族 VOC を対象に GC/MS による定量を行う。

3. 南岡山医療センターアレルギー科との共同研究

シックハウス症候群が疑われる症例に対して、医療機関における病態診断に加えて自宅の環境調査を実施することで、より質の高い研究と医療の提供が期待できる。ここでは、適正な診断と医療のあり方を検討することを目的とし、微量化学物質負荷テストなどが行える専門病院と連携して検討した症例を報告する。

B. 研究方法と対象

1. 新築家屋における室内環境測定および質問票調査（統一プロトコール）

今回は 2004 年度に実施した質問票調査・室内環境測定に参加した新築家屋 90 軒の中から、本調査への参加に同意の得られた築 8 年以内（2005 年現在）の 49 軒、185 名を調査対象とした。調査時期は、2005 年 9 月 5 日～11 月 7 日で、各対象家庭に事前に調査内容の説明文書を送付し、個別に電話連絡をした。

1) 環境測定

気中化学物質濃度、気中真菌濃度、ダニアレルゲン量を測定した。測定場所は居間と寝室である。化学物質の測定はアルデヒド類（15 種類）と VOC（33 種類）を対象とした。測定方法は、パッシブサンプラー（アルデヒド類: DSD-DNPH、VOC: VOC-SD、いずれも Supelco）を用いたパッシブ法で室内の床から 100～150 cm の位置で 24 時間捕集した。同時に温度・湿度を 15 分間隔で測定（Thermo Recorder TR-72U、株式会社ティアンドデイ）し、24 時間の平均温湿度を算出した。

真菌濃度はエアサンプラー（エアサンプラー BIO-SAS、PBI international）に DG-18 寒天培地を装着し、部屋の中央部分の床上 150 cm で室内空気を 100 L 吸引した。

ダニアレルゲン量の測定は、居間においては室内中央部分の床を専用紙パック装着のハンドクリーナー（HC-V15、松下電器産業株式会社）で吸引、集塵した。吸引面積は床の材質により区別し、フローリングまたは畳では 2 m²、じゅうたんやカーペットでは 1 m²とし、1 m²あたり 2 分で吸引した。寝室においては、ベッド・敷布団の中央部分の 1 m²をハンドクリーナーで吸引、集塵した。採取する時間帯は個々の家庭で異なるが、調査当日は居間の床掃除や寝具の移動・掃除は避けてもらうという条件で統一した。

2) 質問票調査

「住居」に関しては世帯主またはそれに準ずる者による自記式調査を行った。調査項目は 2004 年度の調査項目に加え、強制換気装置・冷暖房設置場所、暖房器具の種類、暖房燃料の種類、寝具の種類、布団の虫干しの頻度、寝具のシーツ交換頻度についてである。

「健康」に関しては調査対象住居に居住する全員を対象に自記式調査を行った。記入が困難な乳幼児や老人等については、世帯主等による代理記入を依頼した。2004 年度の調査項目に加え、睡眠の質についての質問項目、化学物質過敏症（MCS）、アトピー性皮膚炎、喘息に関する質問項目も追加した。

3) 解析方法

調査対象家屋は 49 軒であったが、1 軒においてサンプラーの破損により化学物質濃度が得られなかったため、分析対象は 48 軒とした。また居住者については、2005 年度調査時に前年と同じ家屋に住む同姓で年齢が 1 歳増えた者を同一人として扱い、2004、2005 年度の両調査に参加した 170 名を解析対象とした。

化学物質濃度については異性体の存在する物質については合計濃度とし、総揮発性有機化合物（TVOC）濃度は、対象とした VOC 濃度の合計とした。化学物質濃度、ダニアレルゲン量については、定量下限濃度未満の場合は下限値の 1/2 を付与して解析した。

SHS の定義は 2004 年度と同様に、質問票に記載された自覚症状について、最近 3 か月間にいずれかの症状が 1 つ以上「いつもあり」、その症状が「自宅の環境に影響していると思う」と回答したものを「SHS1」とし、さらにいずれかの症状が 1 つ以上「ときどきある」と回答したのもを加えたものを「SHS2」とした。

SHS と住居・健康調査票の回答項目との関連につい

て χ^2 検定によりオッズ比（OR）と95%信頼区間（95%CI）を算出した。環境測定結果との関連については、Mann-Whitney検定を用いた。解析にはSPSS 11.0（SPSS Inc.）を用いた。

2. 室内気中化学物質濃度と尿中VOC濃度との関係についての検討

対象家屋に居住しており室内環境測定日に寝室で就寝した者を対象として、就寝前と翌朝起床時の尿（それぞれ20 mL）を採取した。VOCは揮発しやすく採取は排尿直後に行う必要があったため、対象者に用具を貸与し、各自で採取し、回収時まで保冷していただいた。分析対象とした尿中VOCは、toluene、ethylbenzene、xylene、styrene、p-dichlorobenzeneで、GC/MSを用いて分析した（表1）。同時に就寝中のみの気中VOCも測定した。VOC-SDパンプサンプラーを居住者の頭部付近の寝室内の床・ベッド上から約20 cmの位置（就寝時の呼吸域）に設置して、各自で就寝直前に採取開始、起床直後にサンプラーを回収してもらった。分析はGC/MSで行った（表2）。また簡易な質問紙を作成し、喫煙、飲酒などの個人情報も収集した。

3. 南岡山医療センターアレルギー科との共同研究

南岡山医療センターアレルギー科からの紹介により、SHSであると訴えている患者宅の環境測定（化学物質濃度）を実施した。測定方法は1の新築家屋で用いた方法と同様である。

【倫理面への配慮】

本研究は分担研究者が所属する岡山大学大学院医歯学総合研究科内に設置された疫学研究倫理審査委員会の承認を受けている。実施にあたってヘルシンキ宣言の趣旨に則り、被験者に対しては研究の目的、方法、予想される得失、および自由意志による参加等について、書面による十分な説明に基づく同意（インフォームドコンセント）を行った上で実施した。また、本研究の過程で得られた検査データ等の個人情報に関わるものについては厳格な秘密保持に努めるものとする。

C. D. 結果と考察

1. 新築家屋における室内環境測定および質問票調査（統一プロトコール）

1) 環境測定結果

対象家屋の属性を表3に示す。91.7%が一戸建て家

屋であり、また築年数の平均±標準偏差（範囲）は4.7±1.6（1.6-7.2）年、最も多かったのは6年以上7年未満の家屋と新築家屋としては比較的築後年数が長い傾向にあった。

48軒、96測定点における気中化学物質濃度を表4、5に示す。2004年度より減少したものが多く、また居間と寝室の濃度は同程度であり、家屋内の化学物質濃度はほぼ平衡状態にあると考えられた。指針値を超過した物質は2004年度と同様に、アルデヒド類ではformaldehyde（居間2点、寝室3点）、acetaldehyde（居間1点）、VOCではp-dichlorobenzene（居間1点）であった。その他のVOCでは指針値を超過した家屋はなかった。TVOCについても暫定目標値を上回った家屋はなかった。

居間と寝室における気中真菌濃度を表6、7に示す。いずれの部屋においても2004年度と同様にCladosporium cladosporioidesが最高濃度、検出率とも最も高値であり、2004年度を超過していた。Penicillium sp.も高頻度に検出された。

居間と寝具におけるダニアレルゲン量を表8に示す。居間のダニアレルゲン量は2004年度よりやや低い傾向にあり、また寝具のダニアレルゲン量は居間よりやや低かった。ダニアレルゲン量のクラス分布（表9）については、居間は2004年度と同様に「やや多い」が、寝具は「少ない」が最も多かった。

2) SHSと健康状態・住居

調査対象者は男性86名、女性84名であり、年齢の平均±標準偏差は32.7±20.4歳であった。2004年度から2005年度にかけてのSHS該当者数の推移を図1に示す。対象者170名のうち、SHS1に該当したのは11名（6.5%）、SHS2に該当したのは21名（12.4%）であった。SHS1、2ともに2年持続してSHSに該当した者は少なく、該当者の入れ替わりが大きかった。

アレルギー性疾患はほとんどの居住者において見られなかった（表10）ものの、SHS1、SHS2該当者は全対象者よりもアレルギー疾患の既往が多い傾向にあった。過去3か月間の自覚症状で最も多かったのはSHS1、2ともに鼻水・鼻づまりであった（表11）。今回の質問票では、QEESIの問診表の化学物質不耐性に関する下位尺度（ここでは便宜的にMCSスコアとする）も用いた。100点中、20点未満が軽度、20～39点が中程度、40点以上が高度（MCSの疑いがある）とされているが、本調査では58名（34.1%）がMCSの疑いがあると判定された。しかしこの数値は自覚症状より判定されたSHS1、2の居住者数よりもかなり多

かった。SHS1 と MCS スコアの関連を見ると、SHS1 では 40～59 点が最も多いが、それ以外の対象者では 0～19 点が最も多かった（図 2）。SHS2 においては、SHS2 の対象者とそれ以外の対象者両方において 0～19 点と 40～59 点が多く、分布に特徴は見られなかった（図 3）。SHS1、2 における MCS スコア \geq 40 の割合は、有意ではないものの SHS でない対象者より高い傾向にあった（表 12）。アトピー性皮膚炎、喘息を判定する質問も行ったところ、いずれの疾患も SHS の方に多く発生している傾向にあった（表 12）。

空調設備の設置場所と種類に関する質問では（図 4-13）、強制換気装置を全室に設置している割合は SHS1 でない対象者に多く、SHS1、2 では台所に設置している割合が高かった（図 4、5）。冷房・暖房を台所に設置している割合は SHS1 でない対象者に多く（図 6、8）、また SHS1、2 では暖房器具としてコタツを使用している割合が高かった（図 10、11）。暖房の燃料については特徴は見られなかった。

3) SHS と環境測定結果との関連

化学物質濃度については、全体的に SHS 群と non-SHS 群でほとんど差異は認められなかった（表 13-20）。2004 年度は有意差のある物質については SHS 群の家屋の方が濃度が高かったが、2005 年度は有意差のある物質は全て SHS 群の家屋の方が濃度が低い、または同程度であった。

真菌濃度については、SHS1 は 2004 年度では居間の *Aspergillus*、*Cladsporium*、*Penicillium*、総真菌濃度において SHS1 群の家屋の方が高かったが、2005 年度は居間の *Penicillium* は SHS1 群の家屋の方が低く、その他の属については関連がみられなかった（表 21、22）。SHS2 も同様に 2004 年度は居間の *Aspergillus*、*Cladsporium*、*Penicillium*、総真菌濃度 SHS2 群の家屋の方が高く（*Aspergillus* は有意でない）、2005 年度は居間の *Penicillium* は SHS2 群の家屋の方が低くなり、その他の属では関連は見られなかった（表 23、24）。2005 年度は寝室でも測定したが、SHS との関連性は見られなかった（表 25、26）。

ダニアレゲン量については、居間においては 2004 年度は SHS 群の方が多く、2005 年度は SHS 群の方が低かった（表 27-30）。2005 年度に実施した寝具のダニアレゲン量は、SHS 群の方が高い傾向があった（表 31、32）。寝具の種類、布団の虫干しの頻度、寝具のシーツ交換頻度も検討に加えたが、特に影響していなかった。

4) SHS と質問票項目との関連

住居との関連においては SHS1 では 2004 年度は「屋内でタバコを吸う人がいる」のオッズ比が高かったが、2005 年度は関連がなかった。一方、2005 年度では「屋内でペットを飼っている」のオッズ比が高くなっていった（表 33、34）。SHS2 では 2004 年度は「屋内でタバコを吸う人がいる」のオッズ比が高かったが、2005 年度は関連がなかった。有意ではなかったが 2004 年度では「カビくさいにおいがする」のオッズ比も高い傾向を示したが、2005 年度は関連がなかった。2005 年度では「屋内でペットを飼っている」、「風呂場の濡れタオルが乾きにくい」のオッズ比が高かった（表 35、36）。

健康との関連においては、SHS1 では 2004 年度は「睡眠時間」、「睡眠が不十分」のオッズ比が高く、有意ではなかったが「性別（男性/女性）」、「労働時間が 10 時間以上」のオッズ比が低い傾向を示したが、いずれの項目も 2005 年度は関連がなかった。2005 年度は「家のおいが気になる」、「家の空気が悪いと感じる」、「粉塵にさらされる」のオッズ比が高かった（表 37、38）。SHS2 では 2004 年度は「家の空気が悪いと感じる」、「睡眠時間」、「睡眠が不十分」のオッズ比が高く、「化学物質、危険物を扱う」SHS2 該当者はいなかった。有意ではなかったが「性別（男性/女性）」のオッズ比が低い傾向を示したが、いずれの項目も 2005 年度は関連がなかった。2005 年度は「喫煙（吸う、以前吸っていた）」、「粉塵にさらされる」のオッズ比が高く、有意ではないが「家のおいが気になる」、「目覚めたときのすっきり感がない」オッズ比が高い傾向を示した（表 39、40）。

2. 室内気中化学物質濃度と尿中 VOC 濃度との関係についての検討

環境測定・質問票調査の参加家屋 49 軒のうち、13 軒、24 名が本研究に参加した。対象家屋の平均築年数（範囲）は 4.0（2.2-6.1）年、対象者の平均年齢（範囲）は 33.7（5-51）歳であった。

就寝中における寝室の気中 VOC 濃度（TWA）と就寝前・起床時尿中 VOC 濃度を表 41、42 に示す。就寝中の気中 VOC 濃度は居間の濃度と相関が高かった（表 41）。気中 styrene は検出されなかったが、就寝前の尿中 styrene 濃度は起床時と比べて有意に高値であったため、寝室以外の場所での曝露量の方が多いと考えられる。起床時の尿中 o-xylene 濃度は就寝前と比べて有意に高値であった。他の VOC に有意差は認めら

れなかった。就寝前と起床時の尿中 VOC 濃度の相関を検討したところ、m,p-xylene 以外の VOC については相関係数 $r = 0.509 - 0.971$ と高い相関関係が得られた（表 42）。就寝中の気中 VOC 濃度と起床時の尿中 VOC 濃度の関連については o-xylene と p-dichlorobenzene において相関関係があり、職業性の有機溶剤曝露者を除くと toluene でも相関性が見られた（表 43、図 14-17）。多変量線型回帰分析（表 44）において、就寝中の気中 VOC 濃度（曝露濃度）と職業的な有機溶剤曝露の有無は起床時の尿中 toluene、o-xylene、total xylene 濃度に影響している可能性が示唆された。飲酒の影響は ethylbenzene に、喫煙の影響は o-xylene に見られた。

就寝前と起床時の尿中 VOC 濃度の比較により、就寝前までの曝露量と就寝中の曝露量は、o-xylene と styrene 以外の VOC ではほぼ同レベルであることが分かった。また尿中 toluene、o-xylene、total xylene、p-dichlorobenzene は室内低濃度の曝露指標として利用できる可能性があると考えられたが、曝露濃度である気中濃度が新築家屋としては比較的低濃度であったため、実用化にはさらに検討を必要とする。

3. 南岡山医療センターアレルギー科との共同研究

2005 年度に紹介を受けた 1 症例の概要は以下の通りである。

症 例：58 歳男性

主 訴：動悸、不安感

既往歴：特記事項なし

家族歴：なし

現病歴

本人の症状：2005 年 12 月末に 2 階（2002 年に自ら変成シリコンを塗布するなどのリフォームをした）で寝ていて動悸と不安感があった。2006 年 1 月 17 日近医を受診、南岡山医療センターを紹介された。帰宅途中に具合が悪くなったため救急車を呼び、南岡山医療センターへ移送され入院したが、症状が改善せず、翌日退院した。自宅近くの妹の家で姉夫婦と共に療養していたが、環境の変化で体調が悪くなり、23 日に自宅へ戻り、1 階の部屋で過ごしている。

本症例は 30 年以上塗装工をしており、塗料などの化学物質との接触は多い。作業時に保護具（軍手と活性炭マスク）は着用している。症状が現れてからは休職している。2002 年 1 月（2 階）、2005 年 10 月（1 階台所）に自宅のリフォームをした際、変成シリコンシーラント（商品名 POS シール、セメダイン株式会社）

を使用した。本人は本品が原因と思っており、姉の体調不良の原因も変成シリコンであると考えている。

姉の症状：2002 年、2 階の洗面所のリフォーム後に姉が頭と体が重くなるという症状が現れ、病院にて検査をしたが特に異常はみられず、夫の病後の気疲れからくるストレスと考えていた。2005 年 10 月末、台所のリフォーム後に甲状腺異常で受診・治療しており、現在は安定している。症状は本人と同様に動悸、不安感で、本症例から発症後に「（変成シリコンからの）ガスが出ているからそうなった（症状が出た）のだろう」と言われ、家の環境でないかと疑い、1 階のみで生活をしている。姉は油絵、裁縫が趣味で 3 年前まで 2 階で作業をしており、リフォームによる体調不良とは考えていなかったが、不安感から 2 階や台所にはなるべく立ち入らないようにしている。

測定結果と評価

環境測定は 1 階 2 部屋、2 階 3 部屋の計 5 測定点で実施した（表 45）。アルデヒド類については、formaldehyde、acetaldehyde と今回測定した 5 測定点での気中濃度はいずれも厚生労働省の指針値（それぞれ $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）を下回っていた。その他には acetone が検出されたのみで、他のアルデヒド類は検出されなかった。VOC については、洋室と台所において p-dichlorobenzene と TVOC がそれぞれ指針値（ $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）と暫定目標値（ $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）を超過していた。p-dichlorobenzene に関しては、防虫剤の主成分であり、洋室で測定直前に筆筒から衣類を取り出したとのことなので、それが原因と考えられるが、台所で高値であった理由は不明である。その他の VOC 濃度は低く、特に問題となるレベルではなかった。TVOC に関しても p-dichlorobenzene の寄与が大きかった。

本件では対象とした化学物質の気中濃度は p-dichlorobenzene を除き低濃度であり、また変成シリコン自体を測定としていないため、測定対象以外の物質によって症状が引き起こされた可能性もある。また自覚症状が動悸・不安感のみで刺激症状など他の症状が見られなかったため、シックハウス症状というよりは精神的な原因に起因している可能性も考えられる。

E. 結 論

1. 新築家屋における室内環境測定および質問票調査（統一プロトコール）

SHS 症状と環境測定の結果の関連性を検討したところ、気中化学物質濃度は non-SHS 群の方が高濃度

である傾向が見られた。真菌濃度・ダニアレルゲン量についても同様であったが、寝具のダニアレルゲン量に関しては SHS 群の方が高い傾向が見られた。SHS 症状と関連する質問票の項目は、「屋内でペットを飼っている」、「風呂場の濡れタオルが乾きにくい」、「家のおいが気になる」、「家の空気が悪いと感じる」、「粉塵にさらされる」、「喫煙」であった。

2. 室内気中化学物質濃度と尿中VOC濃度との関係についての検討

対象家屋は新築ではあるが築年数が比較的長く、全体的に気中 VOC 濃度、すなわち曝露濃度がいわゆる新築家屋と比較してかなり低かった。寝室の気中濃度と翌朝起床時尿中濃度との関係については toluene、o-xylene、p-dichlorobenzene では関連性が見られたが、ethylbenzene、m、p-xylene では見られなかった。また尿中 styrene は検出されたが、寝室の気中 styrene は検出されなかったため、寝室以外での曝露による影響の方が大きい可能性が高かった。したがって尿中 VOC を室内空気中 VOC の曝露指標として用いるには、より気中濃度の高い新築家屋での測定や、屋外空気中 VOC 濃度と尿中 VOC 濃度との関連を検討する必要があると考えられた。

3. 南岡山医療センターアレルギー科との共同研究

今年度は 1 症例について環境調査を行った。気中アルデヒド濃度は全測定点で指針値を超過していなかった。気中 VOC 濃度に関しては p-dichlorobenzene、TVOC が高濃度であったが原因物質の特定には至らなかった。

F. 研究発表

論文発表・研究報告書

1. Takigawa T, Usami M, Yamasaki Y, Wang B, Sakano N, Horike T, Kataoka H, Ohtsuka A, Kira S. Reduction of indoor formaldehyde concentrations and subjective symptoms in a gross anatomy laboratory. Bull Environ Contam Toxicol 74(6): 1027-33: 2005.
2. 山崎雪恵、王炳玲、坂野紀子、汪達紘、瀧川智子：シックハウス症候群と室内環境汚染物質及び生活背景との関連。室内環境学会誌、(投稿中)

研究発表・学会発表

1. 王炳玲、高星、汪達紘、瀧川智子、吉良尚平：「中

国北京における住宅の化学物質濃度と居住者の免疫グロブリン」、第 78 回日本産業衛生学会、東京 (2005.4.20-24)

2. 山崎雪恵、瀧川智子、坂野紀子、王炳玲、堀家徳士、吉良尚平：「解剖実習室改修に伴うホルムアルデヒド濃度の変化」、第 78 回日本産業衛生学会、東京 (2005.4.20-24)
3. 王炳玲、山崎雪恵、瀧川智子：「低濃度 VOC 曝露による尿中代謝物のバイオマーカーとしての有用性」、第 33 回有機溶剤中毒研究会、名古屋 (2005.11.11-12)
4. 山崎雪恵、坂野紀子、王炳玲、瀧川智子：「新築家屋における住環境と室内化学物質濃度」、第 33 回有機溶剤中毒研究会、名古屋 (2005.11.11-12)
5. 王炳玲、山崎雪恵、坂野紀子、瀧川智子：「岡山地区におけるシックハウス症候群に関する原因の検討」、第 76 回日本衛生学会総会、宇部 (2006.3.25-28)

講演

1. 瀧川智子：「化学物質による室内環境汚染の動向と健康問題」、第 17 回日本アレルギー学会春季臨床大会、岡山 (2005.6.2-4)
2. 瀧川智子：「室内環境とシックハウス症候群」、第 53 回日本職業・災害医学会学術大会、大阪 (2005.11.23-24)

表 1. 尿中 VOC の分析条件

ヘッドスペースサンプラー条件	
機器	: Agilent G1888
バイアル瓶	: 20 mL
試料量	: 10 mL
サンプルループ	: 3 mL
サンプル加温温度	: 60°C
サンプル加温時間	: 20 min
ループ温度	: 160°C
トランスファーライン温度	: 200°C
GC/MS 条件	
分析機器	: GC-MS (Agilent 6890N/Agilent 5973 inert)
カラム	: DB-5 MS (30 m×0.25 mm×0.5 μm)
注入法	: パルスドスプリット (スプリット比 15 : 1)
キャリアガス流量	: 1.0 mL/min (定流量モード)
オープン温度	: 40°C (5 min)→10°C/min→200°C (1 min)
注入口温度	: 200°C
インターフェース温度	: 280°C
イオン源温度	: 230°C
四重極温度	: 150°C
イオン化方法	: EI
イオン化電圧	: 70 eV
SIM イオン	: toluene-d8 (99, 100), toluene (91, 92), ethylbenzene (91, 106), xylene (91, 106), styrene (78, 104), p-dichlorobenzene (146, 148)

表 2. 気中 VOC の分析条件

GC/MS 条件	
分析機器	: GC-MS (Agilent 6890N/Agilent 5973 inert)
カラム	: DB-5 MS (30 m×0.25 mm×0.5 μm)
注入法	: パルスドスプリット (スプリット比 20 : 1)
キャリアガス流量	: 1.0 mL/min (定流量モード)
オープン温度	: 40°C (5 min)→10°C/min→20°C (1 min)
注入口温度	: 200°C
インターフェース温度	: 280°C
イオン源温度	: 230°C
四重極温度	: 150°C
イオン化方法	: EI
イオン化電圧	: 70 eV
SIM イオン	: toluene-d8 (99, 100), toluene (91, 92), ethylbenzene (91, 106), xylene (91, 106), styrene (78, 104), p-dichlorobenzene (146, 148)

表 3. 対象家屋の属性 (n = 48)

		n	%
住居	一戸建て	44	91.7
	集合住宅	4	8.3
構造	木造	26	54.2
	鉄筋	22	45.8
部屋数	2-4	13	27.1
	5-7	25	52.1
	8-10	10	20.8
幹線道路の有無 (n = 47)	300 m 以内にある	21	43.8
	近くにない	26	54.2
換気に注意しているか	はい	41	85.4
	いいえ	7	14.6
築年数 (2005 年度時)	1 年以上 2 年未満	1	2.1
	2 年以上 3 年未満	9	18.8
	3 年以上 4 年未満	5	10.4
	4 年以上 5 年未満	11	22.9
	5 年以上 6 年未満	6	12.5
	6 年以上 7 年未満	14	29.2
	7 年以上 8 年未満	2	4.2

表 4. 気中アルデヒド濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) と検出率 (%)

アルデヒド	居間 (n = 48)			寝室 (n = 48)		
	平均	標準偏差	検出率	平均	標準偏差	検出率
Formaldehyde	41.36	32.51	100.0	44.45	31.18	100.0
Acetaldehyde	11.43	9.88	100.0	11.59	9.45	93.7
Acetone	27.91	51.11	100.0	31.62	52.58	95.8
Acrolein	ND		0.0	ND		0.0
Propionaldehyde	0.65	0.78	6.2	0.52	0.12	4.2
Crotonaldehyde	1.65	1.74	47.9	4.83	5.91	70.8
n-Butyraldehyde	1.63	3.96	12.5	0.53	0.16	4.2
Benzaldehyde	0.55	0.23	4.2	0.75	0.89	10.4
iso-Valeraldehyde	0.58	0.53	2.1	ND		0.0
Valeraldehyde	0.55	0.22	4.2	0.75	1.22	8.3
Tolualdehyde	1.08	0.39	4.2	1.22	0.91	8.3
Hexaldehyde	1.39	1.75	25.0	1.77	2.44	29.2
2,5-Dimethylaldehyde	ND		0.0	ND		0.0

ND: not detected (解析時に定量下限値の 1/2 の 0.5 を付与した)

表 5. 気中 VOC 濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) と検出率 (%)

VOC	居間 (n = 48)			寝室 (n = 48)		
	平均	標準偏差	検出率	平均	標準偏差	検出率
Methylethylketone	2.42	1.90	72.9	2.52	2.29	70.8
Ethyl acetate	5.59	8.66	62.5	4.88	8.33	52.1
n-Hexane	1.42	1.52	43.7	1.73	2.23	50.0
Chloroform	0.71	0.36	27.1	0.71	0.36	27.1
1,2-Dichloroethane	0.69	1.33	2.1	0.56	0.39	2.1
2,4-Dimethylpentane	0.52	0.13	2.1	0.53	0.21	2.1
1,1,1-Trichloroethane	ND		0.0	0.71	1.34	4.2
n-Butanol	1.05	1.16	25.0	1.20	1.24	31.2
Benzene	2.80	5.24	91.7	2.00	1.20	85.4
Carbon Tetrachloride	ND		0.0	ND		0.0
1,2-Dichloropropane	ND		0.0	ND		0.0
Trichloroethylene	0.54	0.18	4.2	0.53	0.15	4.2
n-Heptane	1.53	2.20	37.5	1.87	2.74	47.9
Methylisobuthylketone	1.45	3.43	25.0	1.66	3.42	25.0
Toluene	7.42	4.55	97.9	7.97	4.82	100.0
Chlorodibromomethane	3.04	12.39	4.2	ND		0.0
Butyl acetate	2.60	2.32	75.0	4.20	10.25	81.2
n-Octane	1.59	1.69	52.1	1.84	2.20	50.0
Tetrachloroethylene	0.55	0.32	2.1	0.51	0.09	2.1
Ethylbenzene	2.39	2.26	77.1	2.44	1.79	87.5
Xylene	4.26	3.86	89.6	4.28	3.74	89.6
Styrene	0.72	1.04	6.2	0.50	0.00	0.0
n-Nonane	2.93	4.54	50.0	3.63	6.26	56.2
α -Pinene	10.94	20.94	87.5	13.74	33.34	91.7
Trimethylbenzene	3.35	2.80	64.6	3.08	3.00	64.6
n-Decane	2.70	4.41	41.7	3.06	5.97	45.8
<i>p</i> -Dichlorobenzene	17.04	48.77	79.2	16.55	32.77	91.7
Limonene	9.95	13.58	93.7	8.20	10.58	89.6
n-Undecane	3.88	5.26	79.2	4.00	6.33	87.5
TVOC	90.77	57.51	—	94.38	60.34	—

ND: not detected (解析時に定量下限値の 1/2 の 0.5 を付与した)

表 6. 居間における気中真菌濃度 (CFU/m³) と検出率 (%)

	中央値	最小値	最大値	検出率 (%)
総真菌濃度	565	0	3650	97.9
<i>Acremonium sp.</i>	0	0	10	2.1
<i>Alternaria sp.</i>	0	0	10	2.1
<i>Alternaria alternata</i>	0	0	60	29.2
<i>Aphanocladium album</i>	0	0	20	4.2
<i>Arthriniium sp.</i>	0	0	60	18.8
<i>Aspergillus sp.</i>	0	0	10	4.2
<i>Aspergillus flavus</i>	0	0	10	2.1
<i>Aspergillus fumigatus</i>	0	0	10	2.1
<i>Aspergillus niger</i>	5	0	60	50.0
<i>Aspergillus ochraceus</i>	0	0	10	8.3
<i>Aspergillus sydowii</i>	0	0	10	2.1
<i>Aspergillus terreus</i>	0	0	10	2.1
<i>Aureobasidium pullulans</i>	0	0	70	8.3
<i>Botrytis sp.</i>	0	0	20	4.2
<i>Candida sp.</i>	0	0	110	4.2
<i>Candida guilliermondii</i>	0	0	50	6.3
<i>Cladosporium sp.</i>	0	0	90	4.2
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	335	0	3240	97.9
<i>Cryptococcus albidus</i>	0	0	10	2.1
<i>Curvularia sp.</i>	0	0	40	12.5
<i>Engyodontium album</i>	0	0	10	2.1
<i>Eurotium chevalieri</i>	0	0	10	2.1
<i>Eurotium herbariorum</i>	0	0	30	2.1
<i>Fusarium sp.</i>	0	0	60	33.3
<i>Hansfordia sp.</i>	0	0	30	4.2
<i>Penicillium sp.</i>	40	0	690	93.8
<i>Pestalotiopsis sp.</i>	0	0	50	6.3
<i>Rhodotorula sp.</i>	0	0	90	16.7
<i>Rhodotorula rubra</i>	0	0	10	2.1
<i>Schizophyllum commune</i>	0	0	20	2.1
<i>Syncephalastrum sp.</i>	0	0	40	2.1
<i>Thysanophora sp.</i>	0	0	10	2.1
<i>Trichosporon sp.</i>	0	0	10	2.1
<i>Verticillium sp.</i>	0	0	10	2.1
<i>Wallemia sebi</i>	0	0	20	2.1

表 7. 寝室における気中真菌濃度 (CFU/m³) と検出率 (%)

	中央値	最小値	最大値	検出率 (%)
総真菌濃度	500	0	3440	97.9
<i>Alternaria sp.</i>	0	0	10	2.1
<i>Alternaria alternata</i>	0	0	30	25.0
<i>Aphanocladium album</i>	0	0	30	6.3
<i>Arthriniium sp.</i>	0	0	50	25.0
<i>Aspergillus sp.</i>	0	0	390	12.5
<i>Aspergillus fumigatus</i>	0	0	10	4.2
<i>Aspergillus niger</i>	0	0	50	37.5
<i>Aspergillus ochraceus</i>	0	0	10	2.1
<i>Aspergillus restrictus</i>	0	0	50	2.1
<i>Aspergillus sydowii</i>	0	0	10	2.1
<i>Aureobasidium pullulans</i>	0	0	10	6.3
<i>Blakeslea sp.</i>	0	0	10	2.1
<i>Botrytis sp.</i>	0	0	20	6.3
<i>Candida sp.</i>	0	0	110	6.3
<i>Candida parapsilosis</i>	0	0	20	4.2
<i>Candida tropicalis</i>	0	0	10	2.1
<i>Cladosporium sp.</i>	0	0	40	6.3
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	320	0	3280	95.8
<i>Cryptococcus sp.</i>	0	0	20	2.1
<i>Cryptococcus albidus</i>	0	0	10	2.1
<i>Curvularia sp.</i>	0	0	20	16.7
<i>Engyodontium sp.</i>	0	0	10	2.1
<i>Engyodontium album</i>	0	0	20	2.1
<i>Eupenicillium sp.</i>	0	0	10	2.1
<i>Eurotium chevalieri</i>	0	0	20	6.3
<i>Eurotium herbariorum</i>	0	0	30	4.2
<i>Fusarium sp.</i>	0	0	60	29.2
<i>Hansfordia sp.</i>	0	0	20	2.1
<i>Paecilomyces sp.</i>	0	0	10	2.1
<i>Penicillium sp.</i>	30	0	730	91.7
<i>Pestalotiopsis sp.</i>	0	0	20	14.6
<i>Phoma sp.</i>	0	0	10	2.1
<i>Pithomyces sp.</i>	0	0	20	4.2
<i>Rhizopus stolonifer</i>	0	0	10	2.1
<i>Rhodotorula sp.</i>	0	0	50	20.8
<i>Rhodotorula rubra</i>	0	0	20	2.1
<i>Thysanophora sp.</i>	0	0	10	2.1
<i>Thysanophora penicillioides</i>	0	0	10	2.1
<i>Wallemia sebi</i>	0	0	30	8.3

表 8. ダニアレルゲン量 (µg/g dust)

ダニアレルゲン	居間 (n = 48)			寢具 (n = 48)		
	中央値	最小値	最大値	中央値	最小値	最大値
Der p1	ND	ND	87.20	ND	ND	18.80
Der f1	1.96	ND	42.40	1.67	ND	58.40
Der 1	3.65	ND	88.20	2.02	ND	60.69

ND: not detected (解析時に定量下限値の 1/2 の 0.05 を付与した)

表 9. ダニアレルゲン量のクラス分布

クラス	ダニアレルゲン (µg/g dust)	居間 (n = 48)		寢具 (n = 48)	
		n	%	n	%
1. 極めて少ない	<0.5	6	12.5	8	16.7
2. 少ない	0.51-2.00	13	27.1	15	31.3
3. やや多い	2.01-10.00	17	35.4	10	20.8
4. 多い	10.01-50.00	10	20.8	13	27.1
5. 極めて多い	>50.01	2	4.2	2	4.2

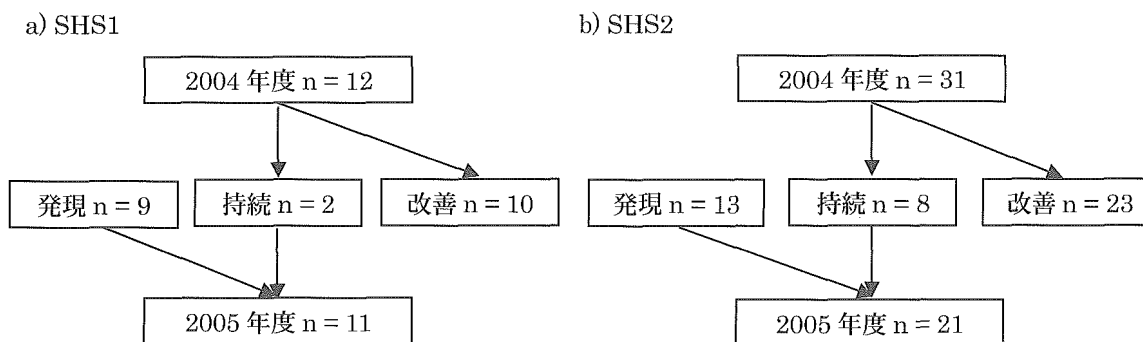


図 1. SHS 該当者の推移

表 10. アレルギー性疾患の有無

		全対象者 (n=170)		SHS1 (n=11)		SHS2 (n=21)	
		n	%	n	%	n	%
気管支喘息	現在治療中	4	2.4	1	9.1	1	4.8
	2年以内に治療	10	5.9	0		0	
	3年以上前に治療	3	1.8	0		1	4.8
	ない	153	90.0	10		19	
アトピー性 皮膚炎	現在治療中	6	3.5	0		1	4.8
	2年以内に治療	6	3.5	3	27.3	3	14.3
	3年以上前に治療	11	6.5	3	27.3	4	19.0
	ない	147	86.5	5		13	
かぶれ	現在治療中	6	3.5	0		1	4.8
	2年以内に治療	4	2.4	2	18.2	2	9.5
	3年以上前に治療	5	2.9	1	9.1	1	4.8
	ない	155	91.2	8		17	
花粉症	現在治療中	8	4.7	0		1	4.8
	2年以内に治療	17	10.0	6	54.5	6	28.6
	3年以上前に治療	8	4.7	1	9.1	2	9.5
	ない	137	80.6	4		12	
アレルギー 性鼻炎	現在治療中	7	4.1	3	27.3	4	19.0
	2年以内に治療	17	10.0	5	45.5	6	28.6
	3年以上前に治療	15	8.8	1	9.1	2	9.5
	ない	131	77.1	2		9	
アレルギー 性結膜炎	現在治療中	0					
	2年以内に治療	24	14.1	6	54.5	8	38.1
	3年以上前に治療	6	3.5	0		0	
	ない	140	82.4	5		13	
食物 アレルギー	現在治療中	3	1.8	0		2	9.5
	2年以内に治療	2	1.2	0		0	
	3年以上前に治療	5	2.9	1	9.1	1	4.8
	ない	160	94.1	10		18	
その他の アレルギー*	現在治療中	3	1.8	0		0	
	2年以内に治療	2	1.2	0		0	
	3年以上前に治療	0					
	ない	165	97.1	11		21	

*ハウスダストアレルギー、土アレルギー、犬・猫アレルギー、じんましん（自由記述）

表 11. SHS 該当者における自覚症状の有訴率 (n = 170)

	2004 年度				2005 年度			
	SHS1		SHS2		SHS1		SHS2	
	(n=12)		(n=31)		(n=11)		(n=21)	
	n	%	n	%	n	%	n	%
とても疲れる	—	—	3	1.8	—	—	2	1.2
頭が重い	—	—	—	—	—	—	2	1.2
頭痛	—	—	—	—	—	—	2	1.2
吐き気,めまい	—	—	—	—	—	—	1	0.6
集中できない	—	—	1	0.6	—	—	1	0.6
眼がかゆい	—	—	5	2.9	3	1.8	9	5.3
鼻水・鼻づまり	6	3.5	12	7.1	9	5.3	12	7.1
声がかすれる	1	0.6	6	3.5	2	1.2	6	3.5
咳が出る	1	0.6	6	3.5	2	1.2	5	2.9
顔の乾燥	—	—	—	—	—	—	2	1.2
頭・耳がかさつく	1	0.6	2	1.2	1	0.6	4	2.4
手の乾燥	1	0.6	2	1.2	2	1.2	4	2.4
湿疹	1	0.6	3	1.8	1	0.6	3	1.8
不眠	1	0.6	3	1.8	3	1.8	5	2.9
イライラ	1	0.6	3	1.8	2	1.2	3	1.8
憂鬱	1	0.6	1	0.6	—	—	1	0.6
億劫	—	—	—	—	—	—	1	0.6
将来に希望が持てない	—	—	—	—	1	0.6	1	0.6
手足がほてる	—	—	—	—	1	0.6	1	0.6
手足が冷える	—	—	—	—	1	0.6	3	1.8
汗をかきやすい	—	—	1	0.6	3	1.8	4	2.4
筋肉痛	—	—	—	—	1	0.6	2	1.2
手足がしびれる	—	—	—	—	1	0.6	2	1.2
脱力感がある	—	—	—	—	—	—	2	1.2
腹痛	1	0.6	1	0.6	—	—	—	—
下痢・便秘	—	—	—	—	1	0.6	2	1.2
胸やけがする	—	—	—	—	1	0.6	1	0.6
口内炎	—	—	3	1.8	1	0.6	1	0.6
においに敏感	1	0.6	3	1.8	1	0.6	3	1.8
ヒューヒュー・ゼーゼーいう	—	—	3	1.8	—	—	2	1.2
息がしにくい	—	—	1	0.6	—	—	2	1.2

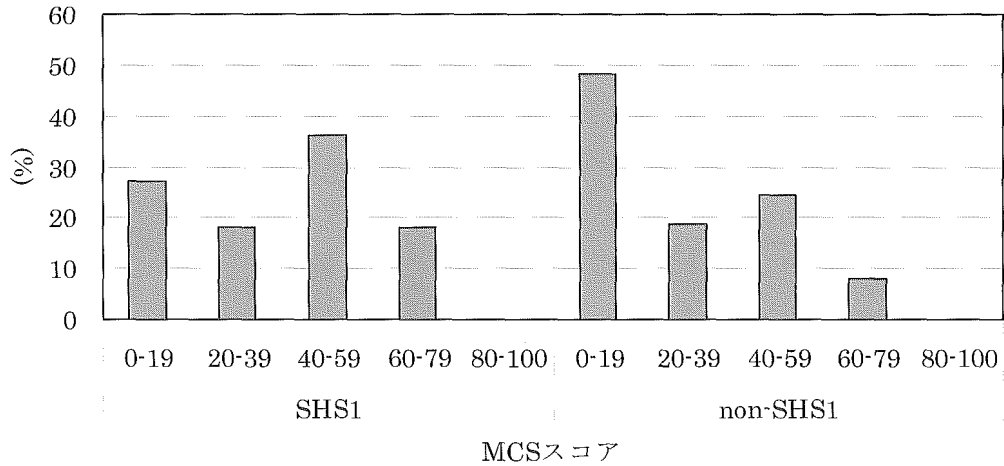


図 2. SHS1 と MCS スコア

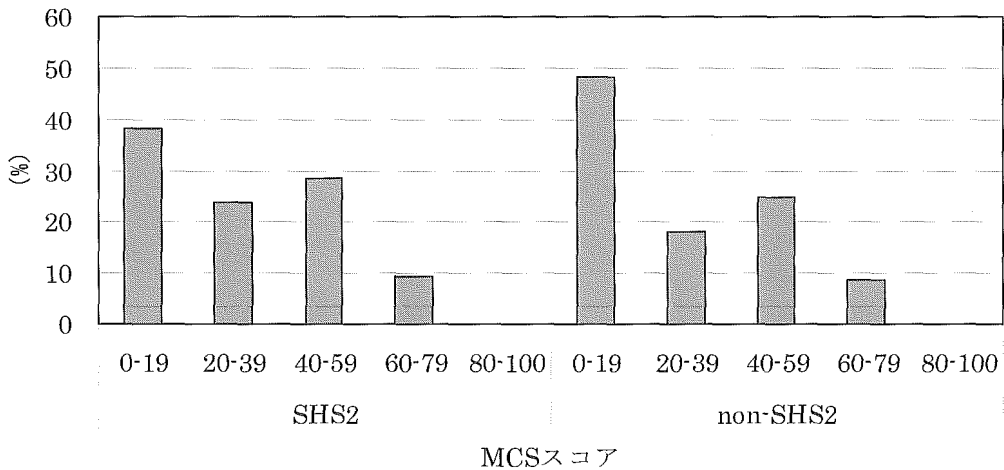


図 3. SHS2 と MCS スコア

表 12. SHS と MCS・アトピー・喘息

SHS1		SHS1 (n=11)		non-SHS1 (n=159)		p	OR	95%CI	
		n	%	n	%			下限	上限
MCS スコア	≥40	6	54.5	52	32.7	0.140	2.47	0.72	8.47
	<40	5	45.5	107	67.3				
アトピー性皮膚炎	あり	3	27.3	12	7.5	0.060	4.59	1.08	19.61
	なし	8	72.7	147	92.5				
喘息	あり	1	9.1	7	4.4	0.421	2.17	0.24	19.42
	なし	10	90.9	152	95.6				

SHS2		SHS2 (n=21)		non-SHS2 (n=149)		p	OR	95%CI	
		n	%	n	%			下限	上限
MCS スコア	≥40	8	38.1	50	33.6	0.681	1.22	0.47	3.13
	<40	13	61.9	99	66.4				
アトピー性皮膚炎	あり	4	19.0	11	7.4	0.095	2.95	0.85	10.31
	なし	17	81.0	138	92.6				
喘息	あり	1	4.8	7	4.7	1.000	1.01	0.12	8.68
	なし	20	95.2	142	95.3				

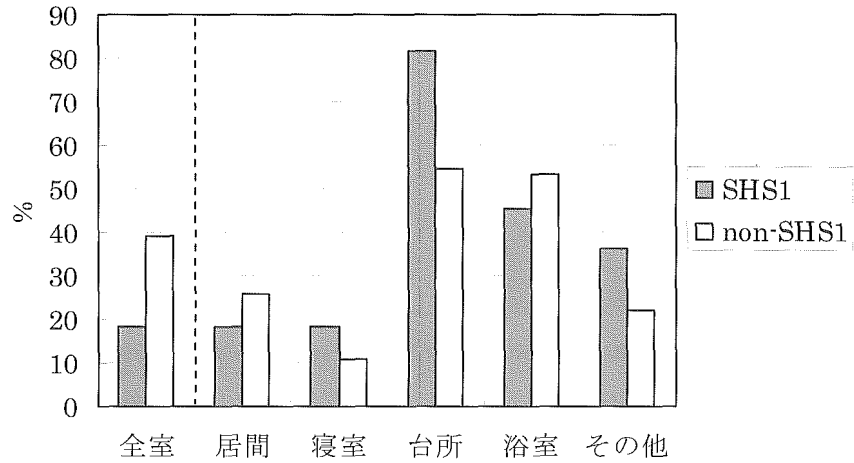


図 4. SHS1 と強制換気装置の設置部屋 (n = 170、複数回答)

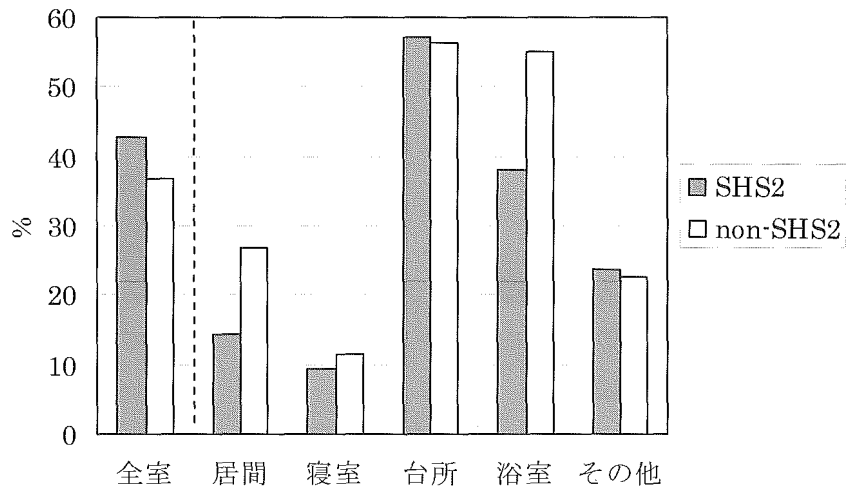


図 5. SHS2 と強制換気装置の設置部屋 (n = 170、複数回答)

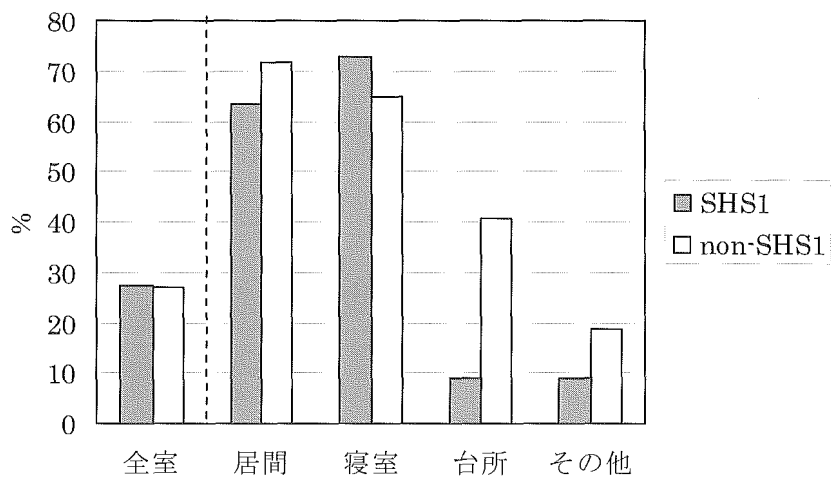


図 6. SHS1 と冷房の設置部屋 (n = 170、複数回答)

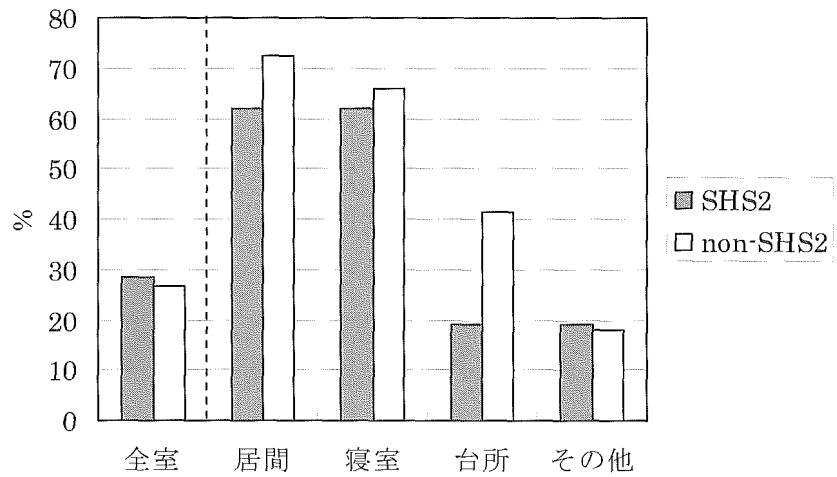


図 7. SHS2 と冷房の設置部屋 (n = 170、複数回答)

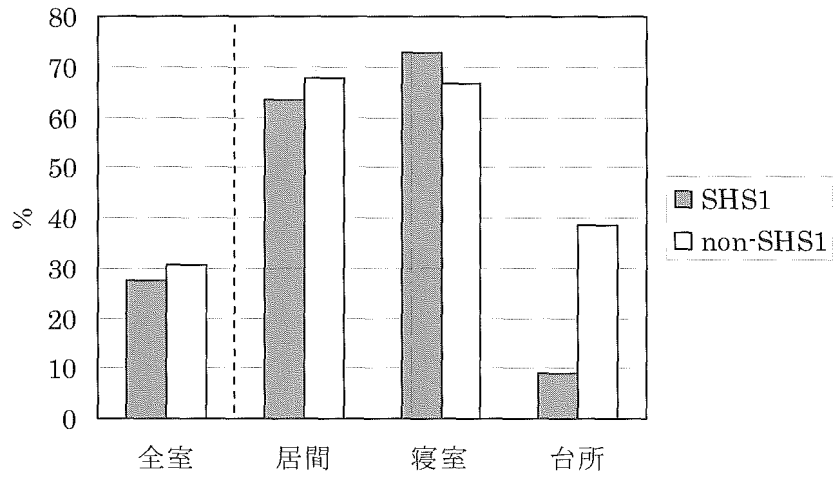


図 8. SHS1 と暖房の設置部屋 (n = 170、複数回答)

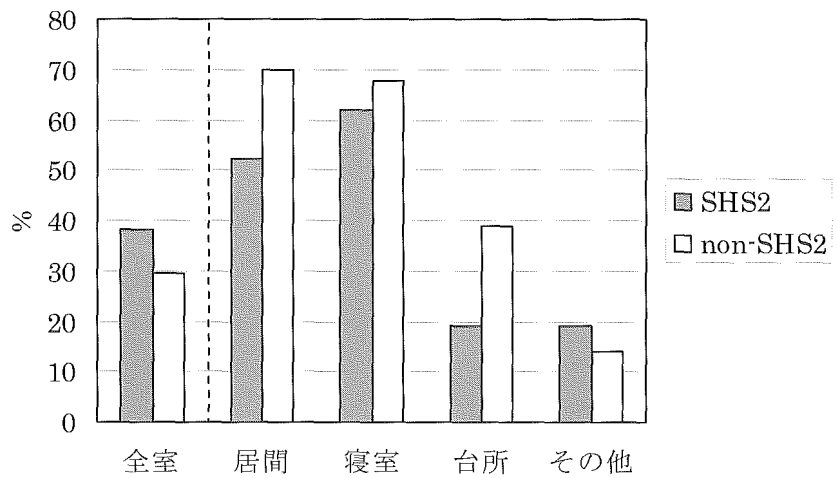


図 9. SHS2 と暖房の設置部屋 (n = 170、複数回答)

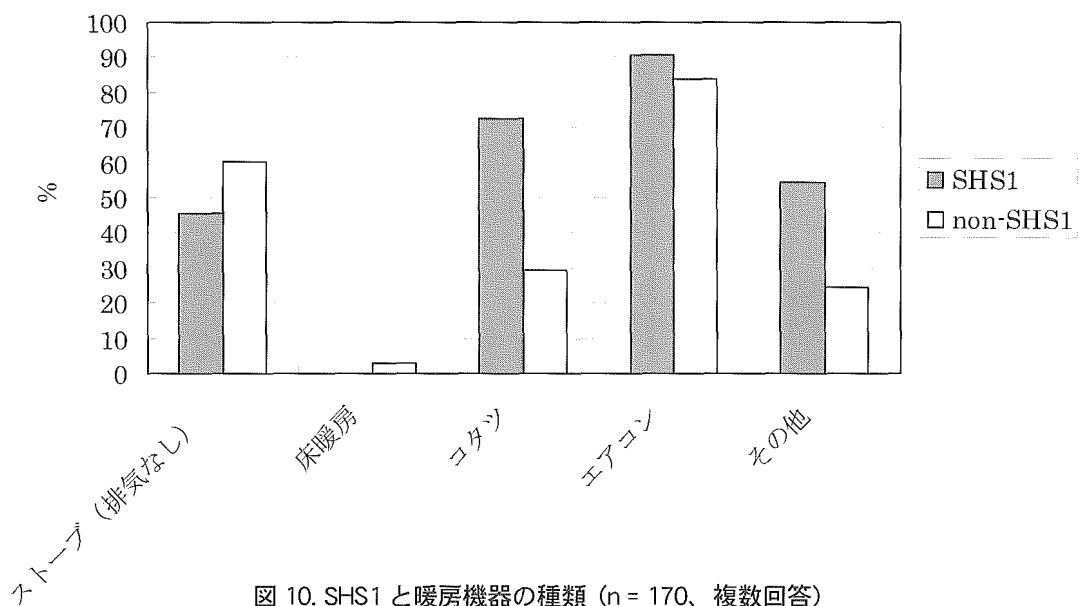


図 10. SHS1 と暖房機器の種類 (n = 170、複数回答)

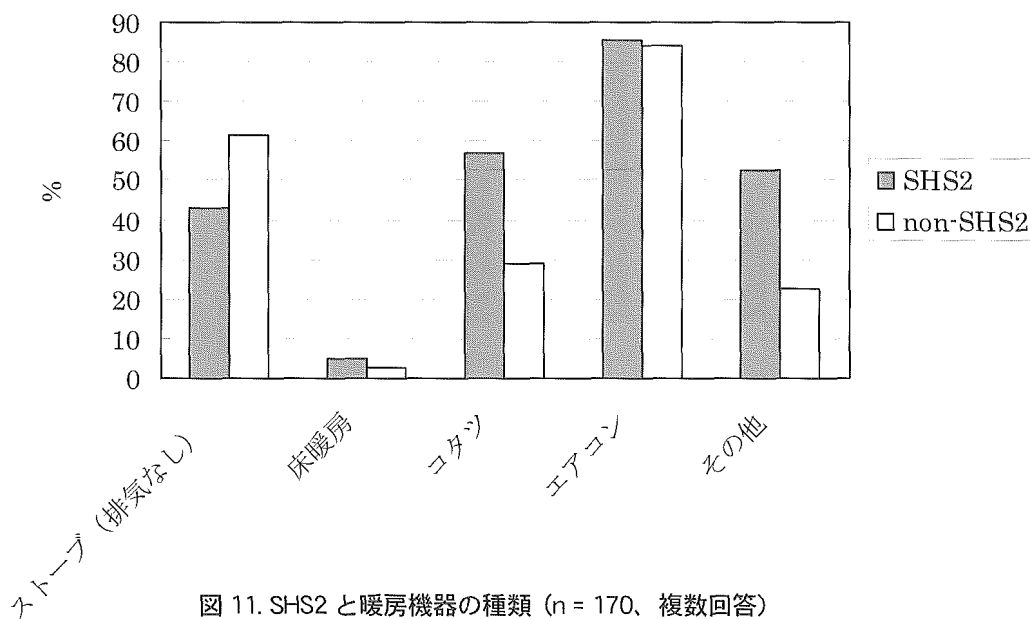


図 11. SHS2 と暖房機器の種類 (n = 170、複数回答)

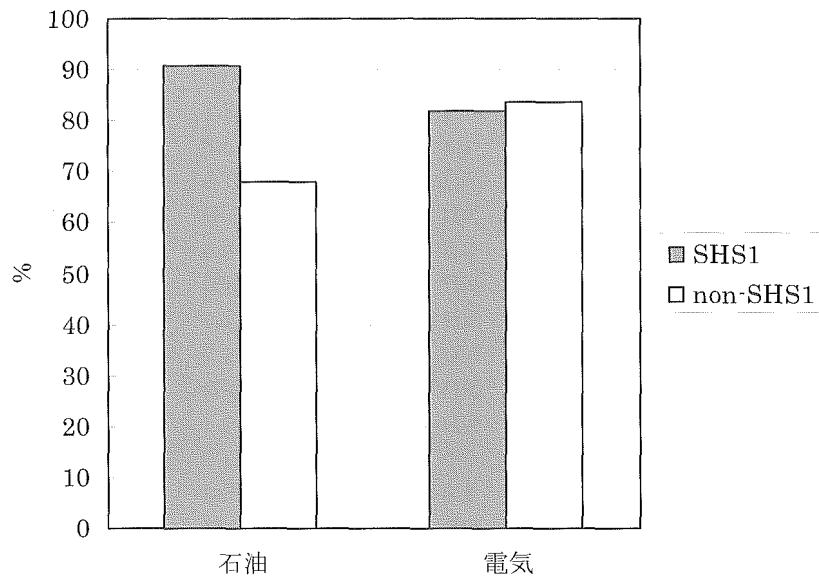


図 12. SHS1 と暖房燃料の種類 (n = 170、複数回答)

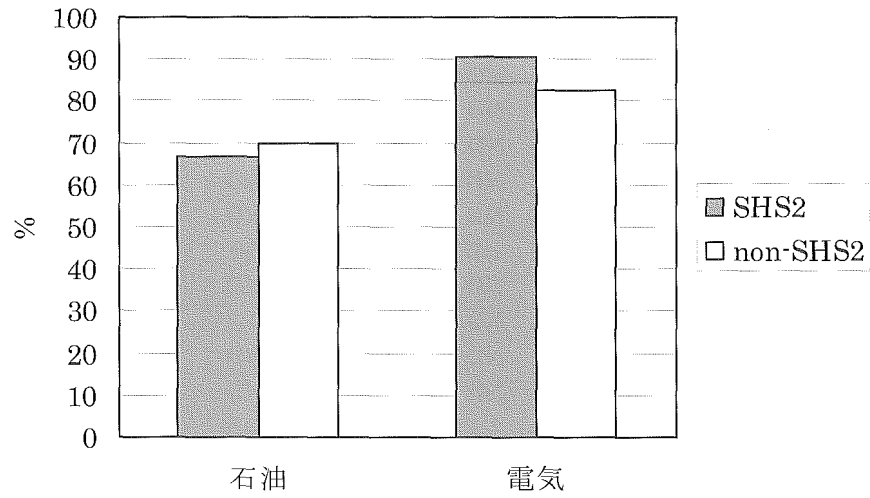


図 13. SHS2 と暖房燃料の種類 (n = 170、複数回答)

厚生労働科学研究補助金（健康科学総合研究事業）
分担研究報告書

表 13. 2004 年度における SHS1 と居間の化学物質濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	SHS1 (n=12)				non-SHS1 (n=158)			p
	指針値	中央値	最小値	最大値	中央値	最小値	最大値	
Formaldehyde	100	40.9	17.2	71.9	37.2	17.0	112.4	0.655
Acetaldehyde	48	22.5	1.3	48.5	15.3	1.3	48.5	0.305
Acetone		29.6	15.7	50.6	27.8	10.8	72.1	0.968
Acrolein		ND	ND	ND	ND	ND	6.1	0.783
Propionaldehyde		10.9	3.5	23.5	6.6	ND	60.8	0.480
Crotonaldehyde		ND	ND	29.9	ND	ND	35.0	0.678
n-Butyraldehyde		1.4	ND	9.5	1.4	ND	25.5	0.396
Benzaldehyde		3.0	ND	67.8	1.7	ND	67.8	0.489
iso-Valeraldehyde		ND	ND	51.8	ND	ND	51.8	0.793
Valeraldehyde		1.6	ND	14.3	1.4	ND	57.6	0.465
Tolualdehyde		1.0	1.0	14.6	1.0	1.0	47.2	0.915
Hexaldehyde		9.5	1.8	35.7	6.3	ND	49.0	0.633
2,5-Dimethylaldehyde		ND	ND	12.6	ND	ND	12.6	0.652
Methylethylketone		ND	ND	7.4	ND	ND	13.3	0.591
Ethyl acetate		3.2	ND	21.2	2.9	ND	37.2	0.458
n-Hexane		1.8	ND	7.9	ND	ND	15.8	0.242
Chloroform		ND	ND	4.1	ND	ND	5.9	0.774
1,2-Dichloroethane		ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.000
2,4-Dimethylpentane		ND	ND	1.8	ND	ND	1.8	0.351
1,1,1-Trichloroethane		ND	ND	ND	ND	ND	1.4	0.533
n-Butanol		ND	ND	2.1	ND	ND	5.1	0.584
Benzene		1.8	ND	13.8	1.2	ND	13.8	0.497
Carbon tetrachloride		ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.000
1,2-Dichloropropane		ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.000
Trichloroethylene		ND	ND	ND	ND	ND	3.3	0.426
n-Heptane		3.5	ND	10.4	ND	ND	26.1	0.012
Methylisobutylketone		ND	ND	ND	ND	ND	12.1	0.114
Toluene	260	16.9	8.0	47.0	9.8	2.7	52.8	0.161
Chlorodibromomethane		ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.000
Butyl acetate		1.3	ND	29.2	1.3	ND	29.2	0.771
n-Octane		ND	ND	3.3	ND	ND	18.7	0.677
Tetrachloroethylene		ND	ND	ND	ND	ND	1.4	0.631
Ethylbenzene	3800	2.6	1.1	12.9	2.6	ND	12.9	0.867
Xylene	870	6.0	1.5	42.5	4.9	1.0	42.5	0.288
Styrene	220	ND	ND	52.7	ND	ND	52.7	0.665
n-Nonane		2.2	ND	34.0	0.8	ND	37.4	0.057
α -Pinene		4.2	1.3	34.4	5.2	ND	154.7	0.607
Trimethylbenzene		4.2	2.4	79.9	3.1	1.5	79.9	0.062
n-Decane		0.9	ND	52.3	ND	ND	52.3	0.611
p-Dichlorobenzene	240	1.9	ND	84.5	2.6	ND	241.7	0.915
Limonene		9.3	1.9	103.0	9.7	ND	103.0	0.452
n-Undecane		ND	ND	101.3	1.2	ND	101.3	0.681
TVOC	400	72.5	47.1	585.8	96.2	31.1	585.8	0.848

Mann-Whitney 検定

ND: not detected (解析時に定量下限値の 1/2 の 0.5 を付与した)