

200738020B

厚生労働科学研究費補助金
地域健康危機管理研究事業

シックハウス症候群の実態解明及び具体的対応方策 に関する研究

平成18年度～平成19年度 総合研究報告書

主任研究者

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

岸 玲子

分担研究者

福島学院大学福祉学部

田中 正敏

福岡県保健環境研究所

吉村 健清

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

森本 兼曩

愛知医科大学医学部衛生学講座

柴田 英治

岡山大学大学院医歯薬学総合研究科公衆衛生学分野

瀧川 智子

東邦大学医学部社会医学講座医療政策・経営科学分野

長谷川友紀

旭川医科大学医学部健康科学講座

西條 泰明

中央労働災害防止協会大阪労働衛生総合センター

河合 俊夫

東京労災病院産業中毒センター

圓藤 陽子

東京都健康安全研究センター環境保健部環境衛生研究科

斎藤 育江

平成20（2008）年3月

目 次

I. はじめに	1
II. 総合括研究報告書	
シックハウス症候群の実態解明及び具体的対応方策に関する研究（岸 玲子ほか）	2
III. 分担研究報告書	
1. 一般住宅を対象とした全国規模のシックハウス症候群に関する疫学調査研究	
1) シックハウス症候群に関する全国6地域調査の概要（岸 玲子ほか）	21
2) 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 （岸 玲子ほか）	24
3) 北海道におけるシックハウス症候群に関する研究（岸 玲子ほか）	32
4) 福島地域におけるシックハウス症候群の実態調査研究 III（田中 正敏ほか）	44
5) 名古屋地区におけるシックハウス症候群に関する追跡調査（柴田 英治ほか）	63
6) 関西地区におけるシックハウス症候群の実態と原因の解明に関する研究 （森本 兼曩ほか）	79
7) 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1（瀧川 智子ほか）	96
8) シックハウス症候群の実態解明及び具体的対応方策に関する研究 （吉村 健清ほか）	118
9) 微生物由来VOC（Microbial VOC）とシックハウス症候群に関する全国調査研究 （岸 玲子ほか）	142
10) 寒冷地住宅の特徴とシックハウス症候群に関する調査 —北海道地区と本州・北九州地区との比較から—（岸 玲子ほか）	159
11) 西日本地区（北九州、岡山、大阪）における有機リンとシックハウス症候群に 関する調査研究（森本 兼曩、吉村 健清、瀧川 智子ほか）	174
12) 室内空気室汚染の原因と発生源 そして対策（田中 正敏ほか）	180

13) シックハウス症状と農薬・殺虫剤・リン酸トリエステル類・ライフスタイル・ 住まい方の大阪地区での関連性 (森本 兼曩ほか)	182
14) 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2 (瀧川 智子ほか)	199
15) 北九州におけるシックハウス症候群の実態解明に関する研究 (吉村 健清ほか)	215
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疫学研究	
1) ダニアレルゲンの簡易評価法に関する検討 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 (西條 泰明ほか)	230
2) 児童におけるシックビルディング症状の検討 (西條 泰明ほか)	241
3. 電話調査による東京都特別区の有病率状況の検討 (長谷川 友紀ほか)	249
4. 各種セメントへのフタル酸ジ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 (柴田 英治ほか)	257
5. 住宅環境物質の分析技術の開発研究	
1) 微生物由来揮発性有機化合物の捕集方法と分析技術の開発に関する研究 (河合 俊夫ほか)	271
2) 樹脂気孔型拡散型サンプラーの捕集速度 一ノナール、デカール、ドデカン、トリデカン、テトラデカン、ペンタデカン、 ヘキサデカン、2,2,4-トリメチルペンタン— (河合 俊夫ほか)	284
3) 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 (斎藤 育江)	296
6. 化学物質過敏症	
1) 化学物質過敏症に関する研究1 (圓藤 陽子ほか)	309
2) 化学物質過敏症に関する研究2 (圓藤 陽子ほか)	319
7. 保健所のシックハウス症候群相談体制に関する研究 (長谷川 友紀ほか)	323
8. シックハウス症候群の原因と対策に関するマニュアル (岸 玲子ほか)	341

I. はじめに

厚生労働科学研究費補助金・地域健康危機管理研究事業「シックハウス症候群の実態解明及び具体的対応方策に関する研究」の平成 18-19 年度総合研究報告書を取りまとめました。

これまで、我が国ではシックハウス症候群は大きな問題となって取り上げられてきましたが、本格的な疫学調査はほとんどありませんでした。特に、新改築住宅について、地域ベースで無作為に対象を抽出し、築年数を調べた上で住宅の環境測定と居住者の自覚症状など医学的な調査を同時に実施する研究は、行われていませんでした。

そこで、厚生労働科学研究費補助金「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）」において、北海道、福島、名古屋、大阪、岡山、北九州地域の 6 都市において共通のプロトコールで住宅の調査を行う、我が国で初めての本格的な疫学研究を実施しました。この結果、シックハウス症候群には化学物質のみならず、湿度環境や生物学的要因の影響を考えた対策が必要で、症状の変化や環境の変化についても留意する必要があることが明らかになりました。

平成 18 年度は、特にカビなど微生物によって産生される MVOC（微生物由来揮発性有機化合物）、小児のアレルギー疾患への影響が考えられる可塑剤、難燃剤、殺虫剤といった室内汚染要因として健康への影響が懸念される化合物を新たに測定対象に加えて全国的な調査を初めて実施しました。平成 19 年度は、夏季の西日本での殺虫剤による室内空気汚染の実態についての調査と、全国の保健所を対象としたシックハウス症候群相談体制についての調査を実施しました。加えて、築年数の経過した集合住宅でのシックハウス症状の検討、児童におけるシックビルディング症状の検討、化学物質の個人曝露量の評価法、室内環境要因の分析法の開発、シックビルディング・シックハウス症候群との関連が疑われる 2-エチル-1-ヘキサノールの発生源対策の効果、化学物質過敏症に関する検討、を実施しました。

これらの研究成果を踏まえ、保健所等のシックハウス症候群相談窓口で使用するマニュアルを作成しました。本研究の成果が、人々の健康な生活環境の確保に役立てられれば幸いです。

最後に全国の皆様方のご協力により、ここに研究報告書をまとめることができましたことを記して、衷心より御礼申し上げます。

主任研究者 岸 玲子

平成 20 年 3 月

シックハウス症候群の実態解明及び具体的対応方策に関する研究

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

北海道、福島、名古屋、大阪、岡山、北九州の6地域において、統一調査プロトコルによりシックハウス症候群（SHS）の疫学調査を実施した。日本の建築・気候・住まい方などの特徴を加味して、化学物質のみならず、住宅構造、換気、湿度環境、生物学的要因についても評価を行い、SHSの実態を解明し、その予防対策を明らかにし、保健所等のSHS相談窓口で使用するマニュアルを作成する目的で研究を実施した。

1. 一般住宅を対象とした全国規模のシックハウス症候群に関する疫学調査研究

1) 統一調査プロトコルに基づく全国調査

北海道、福島、名古屋、大阪、岡山、北九州の6地域において、統一調査プロトコルにより疫学調査を実施し、室内環境の実態調査およびシックハウス症候群への影響について明らかにした。平成18年度は、室内環境要因として、一般住宅での微生物由来揮発性有機化合物(MVOC)とを日本で初めて測定したほか、可塑剤・難燃剤の測定を実施した。本研究では、Andersson (1998)による住宅でも使用可能なMM040EAの日本語版(Mizoueら、2001)を用いて、5症状のうち1つ以上の項目が、「よくあった」かつ「自宅の環境によると思う」との回答を得た場合をシックハウス症候群1 (SHS 1)、「よくあった」あるいは「ときどき」、かつ「自宅の環境によると思う」との回答を得た場合をシックハウス症候群 (SHS 2) と定義した。

182軒の一般住宅とその全居住者624人を対象にした調査で、SHS1のリスクとなった個人的要因は、未成年であること、現在アレルギーの治療を受けていること、不十分な睡眠、週一回以上の運動、ストレスが多いことであった。住宅要因では絨毯を敷き詰めていること、1年以内のリフォーム、窓の開放時間が短いことであった。MVOCのうち2-PentanolがSHS1と有意な関連を示した。

北海道：札幌市の対象家屋41軒では、平成16年と平成17年の調査結果と比べて、ダニアレルゲンは増加、アルデヒド類・VOC類と真菌は減少傾向であった。MVOC、可塑剤、難燃剤が検出され、特にフタル酸エステル類は空気中とハウスダストの両方から高頻度に検出された。対象者134人のうち、SHS1有症者は16人(11.9%)、SHS2有症者は22人(24.6%)であった。

福島：福島市の21軒の居住者66人のうち、SHS1は6名(9.1%)、SHS2は11名(16.7%)であった。全室の換気装置(24時間換気装置)は40%以上の住宅で設置されていた。設置されていない家屋では、二酸化炭素濃度が室内空気の衛生指標である1000ppmを超える場合も見られた。

名古屋：対象家屋28軒91人のうち、SHS1が3人(3%)、SHS2が12人(13%)であった。環境測定項目のうち、fine dustあたりのダニアレルゲン量がSHS2有症群で有意に高かった。SHS1有症群およびSHS2有症群では、真菌のうちの*Eutorium*属および*Eutorium herbariorum*が高く、化学物質ではPropionaldehydeがSHS1有症群で高かった。

大阪：大阪府下4市では、平成17年調査対象(68軒)のうち56軒および新規に保健所相談者5軒、総計61軒から参加が得られた。分析には継続調査の56軒・200人のデータを用いた。症状を有する者は、SHS1で4人(男1人；女3人)、SHS2で11人(男4人；女7人)いた。持続して症状を示した者は少なく、SHSは変動が大きいことがうかがわれた。住居因子からは、「喫煙」、「種々の薬剤(防虫剤・芳香剤など)の使用」、「石油による暖房」、個人健康因子からは、「におい」「睡眠不足」「喫煙」「ストレス」がSHS症状のリスクであることがうかがわれた。

岡山：対象は 22 軒、83 名で、SHS1 は 9 名（10.8%）、SHS2 は 12 名（14.5%）であった。SHS 症状と関連する質問票の住居項目は、「風呂場のぬれタオルが乾きにくい」、「家屋内での喫煙」であった。健康項目では、「家のおい」と「医療機関でアトピー性皮膚炎と診断」が関連していた。気中化学物質濃度に関しては Formaldehyde、Acetaldehyde、p-Dichlorobenzene、総揮発性有機化合物において指針値を超過した家屋があった。

北九州：平成 16 年度からの継続 16 軒と新規の 4 軒を加えた計 20 軒、62 人のうち、SHS1 に該当する人は 3 名（5%）、SHS2 に該当する人は 6 名（10%）であった。SHS2 症状と関連が疑われた住宅要因は、「水漏れが生じたことがある」「居間にドライクリーニングした衣類がある」であった。

2) 微生物由来揮発性化合物 (Microbial VOC, MVOC) に関する全国調査

調査に先立ち、MVOC についての文献調査を行い、測定方法の開発を行った。その後、全国 6 地域（北九州、岡山、大阪、名古屋、福島、札幌）の 182 軒の一般住宅と居住者 624 名を対象とした疫学調査を実施し、一般住宅内の微生物由来揮発性有機化合物(MVOC)濃度を日本で初めて測定し、MVOC と SHS、特に鼻症状と喉・呼吸器症状との関連を認めた。

3) 寒冷地住宅の特徴と SHS に関する調査

郵送法による大規模質問紙調査の対象家屋のうちの 2275 軒について再解析を行い、北海道地区（札幌市）と本州・九州地区（福島・愛知・大阪・岡山・北九州）の比較を行った。他 5 地域と比べ札幌市の湿度環境は良好であるにもかかわらず、いずれの場合も湿度が SHS に影響を与える重要な要因であった。

4) 西日本地区における有機リンと SHS に関する研究

北九州、岡山、大阪の 57 軒を対象とした平成 19 年度夏季の室内殺虫剤濃度調査では、殺虫剤の中でピレスロイド系トランスフルトリンの室内空気からの検出頻度が 38.6%と最も高かった。住宅への使用が規制されている有機リン系のクロルピリホスとカーバメート系のフェノブカルブの検出率はそれぞれ 10.5%、5.3%、室内濃度はいずれも指針値内であった。「ゴキブリ駆除剤の使用」と「ダニ駆除剤」の使用は女性の SHS リスクを増加させていた。

5) 症例研究

平成 18 年度共同研究症例は 2 例で環境測定を行った。1 例は部屋の換気を十分していたためか対象とした化学物質濃度が低く、原因となるような物質は特定できなかった。もう 1 例は有症者の寝室で p-Dichlorobenzene 濃度が高く、本物質が原因の 1 つである可能性が示された。平成 19 年度の症例のうち、住居の環境測定をした 1 家屋の 1 室（有症者が使用）でホルムアルデヒドが室内濃度指針値を超過していた。

6) 室内 VOC における個人曝露濃度と尿中濃度との関係についての検討

平成 18 年度に環境測定に参加した家屋の居住者の起床時の尿に含まれる VOC を測定した。同時に前日帰宅時から尿採取時までの個人曝露 VOC 濃度も測定して尿中 VOC 濃度と比較した。個人曝露濃度と尿中濃度との間に相関が認められたのは p-Dichlorobenzene のみであり、本物質は曝露指標として利用できる可能性があると考えられた。屋外と室内の気中 VOC 濃度から推定したところ、吸入曝露量の大きい順に、Toluene、Cyclohexane、p-Dichlorobenzene などが、吸入曝露量が大きい物質であった。

2. 集合住宅・小学校における SHS 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

質問票調査を行い、旭川市某地区の公営住宅に居住する 480 人が解析対象となった。シックハウス症状ありは 19.4%であった。湿度環境の指標では、窓の結露 81.3%、風呂のカビ 78.8%、カビ臭 61.7%、風呂場のタオルの乾きにくさ 62.7%、水漏れ 20.2%、風呂の排水が悪い 59.2%といずれも比較的高い割合であった。さらに、各指標は性、年齢、アレルギー、住宅の種類、部屋

数/居住者数で調整したロジスティック回帰分析で、風呂のカビ以外は有意にシックハウス症状出現のオッズ比を上昇させた。また、湿度環境指標数が増える毎に有意にオッズ比が上昇した。

2) 児童におけるシックビルディング症状の検討

旭川市内の1小学校を通じて、SwedenのAnderssonらが開発した児童向けのシックビルディング症候群調査票MM080 for schoolを配布し、児童の状況について保護者から回答を得た。有訴率や湿度環境との関連を検討したところ、自覚症状については、「いつもあり」を陽性としたところ、疲れ：2.5%、頭痛：1.1%、不眠：2.2%、目の症状：4.3%、鼻の症状：18.3%、咳：4.7%、顔面の皮膚症状：5.0%、頭皮・耳の皮膚症状7.2%、手の皮膚症状5.4%であった。

3. 電話調査による東京都特別区有病率状況の検討

過去（H14年-H17年）に実施した「SHSに関する調査」に回答した地域居住者を対象に電話調査を実施し、有病率の変化および発生率の推計を行なった。罹患率は2.3%、年平均有病者改善率は70.0%と算出された。地域居住者にとってSHSに関する知識は普及しているものの、QOL疾患としての色彩が強く、対処行動も医療サービス利用が多くなったが、個人的な工夫によって対処している様子が見えてきた。

4. コンクリートからの2エチル-1-ヘキサノール（2E1H）の発生対策に関する研究

SHS症状の訴えが多発した新築ビルについて、一部の室内で高濃度の2E1H及び1-ブタノールが検出された。これらの発生対策として高濃度が検出された部屋の床材を剥離し、一カ月間コンクリートを露出させることによって乾燥させた後、床材のタイルカーペットまたは長尺シート、接着剤を問題となった化学物質を含まないものに交換した。コンクリート剥離を2006年3月に実施したところ、2005年8月及び2006年9月の室内VOCの測定値は2006年3月よりも低く、コンクリート剥離乾燥が有効な対策の一つであることが示された。また、セメントとフタル酸ジ（2-エチルヘキシル）との接触で、SHSの一因といわれる2E1Hが13週間にわたり発生することを実験的に明らかにした。

5. 住宅環境物質の分析技術の開発研究

ダニアレルゲンの簡易評価法：現在市販されているマイティーチェッカー（MC）、アカレックテスト（AT）をELISA法と比較し、感度、特異度を評価したところ簡易測定法としてMCがより適していると考えられた。

MVOCの捕集方法と分析技術の開発：GC/MSを用いたMVOCの分析条件、活性炭からの脱着条件を確立した。さらに、拡散法による捕集によってはこれまで定量できなかった8物質について独自に作成した曝露チャンバーと簡易ガス発生装置（水-バブリング法）を用いて拡散型サンプラーの拡散速度を求めて定量を可能とした。この結果、検討対象としたMVOC8物質の低濃度（ $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）分析が可能となり、住宅におけるMVOCの調査が可能となった。

さらに、住宅室内のダスト中及び空気中の可塑剤、難燃剤、殺虫剤等計38物質の一斉分析法を確立した。

6. 化学物質過敏症に関する研究

化学物質過敏症（MCS）の診断においては微量の化学物質の負荷試験が必要であり、クリーンルームにおいて安定した化学物質濃度を維持できるかを検討したところ、目的微量化学物質の負荷試験が可能であることが示された。MCSの発症には心理的要因の関与が大きいと考えられている。不安尺度を示すSTAI、東大式エゴグラム（TEG）、気分尺度を示すPOMSの3種類の心理テストを施行し、検査得点を比較検討した結果、MCSを訴える患者群において、化学物質の関与の有無によ

り3種の心理検査において両群に差異が見られた。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。MCSを疑う患者15名と健康なボランティア5名にクリーンルームにおけるホルムアルデヒドまたはトルエンの負荷試験を行った結果では、これらの化学物質と症状との関連を認めなかった。

7. 保健所のシックハウス相談体制に関する研究

東京、大阪、札幌の保健所職員に対してのフォーカスインタビューを行った後に、全国の保健所を対象として、SHSに関する相談体制と実態について、郵送法による調査を実施した。回収率は82.6%で、そのうち81.9%でSHSに関する相談窓口を設置していた。SHSへの対応について38.3%が他機関（「居住（室内）環境測定を行う技術のある機関」、「他の相談機関」など）と連携体制を確立していると回答した。65.6%が「相談対応で困難を感じている」と回答し、その内容は「職員研修の機会がない」、「予防方法や生活上の注意などの情報収集、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」、「専門機関との連携を図ること」が困難であった。「住環境改善の手段や改善事例に関する情報」、「原因物質および原因物質を含有している建材や生活用品に関する情報」、「簡便な自己診断チェックシート」、「いわゆる『化学物質過敏症』や他のアレルギー疾患との相違点に関する情報」が、相談窓口の充実に向けて必要な情報として挙げられた。

8. 保健所等の相談窓口で使用するマニュアルの作成

研究成果を踏まえ、保健所等の相談窓口で使用するマニュアルを作成した（1.マニュアルの活用方法と相談フローチャート；2.疾病概念・疫学・自他覚症状；3.原因と発生源そして対策；4.住宅等の環境測定；5.症状の出た住宅や職場などへの支援；6.内容別相談と回答例）。

分担研究者

田中 正敏 福島学院大学福祉学部
福祉心理学科 教授

吉村 健清 福岡県保健環境研究所 所長

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
教授

長谷川友紀 東邦大学医学部
医療政策・経営科学 教授

柴田 英治 愛知医科大学医学部衛生学講座
准教授

圓藤 陽子 東京労災病院産業中毒センター
センター長

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
上席専門役

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 助教

西條 泰明 旭川医科大学健康科学講座
准教授

斎藤 育江 東京都健康安全研究センター

主事

研究協力者

湯浅 資之 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

山下 京子 北海道大学大学院医学研究科

多田 和美 北海道大学大学院医学研究科

竹田 誠 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

田中かづ子 福島県立医科大学衛生学講座

福島 哲仁 福島県立医科大学衛生学講座

力 寿雄 福岡県保健環境研究所

岩本 眞二 福岡県保健環境研究所

中山 邦夫 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
医学部講師

上島 通浩 名古屋大学大学院
医学系研究科環境労働衛生学

酒井 潔 名古屋市衛生研究所

森吉 昭博 北海道大学

岡村 愛	名古屋大学大学院医学系研究科
荻野 景規	岡山大学大学院医歯薬学総合研究科公衆衛生学分野 教授
片岡 洋行	就実大学薬学部 教授
三谷公理栄	就実大学薬学部
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
堀家 徳士	ピーエッチェル 作業環境測定士
竹内 靖人	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
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
竹村 洋子	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
城川 美佳	東邦大学医学部 社会医学講座 公衆衛生学分野
吉田 貴彦	旭川医科大学健康科学講座 教授
伊藤 俊弘	旭川医科大学健康科学講座 講師
杉岡 良彦	旭川医科大学健康科学講座 講師
中木 良彦	旭川医科大学健康科学講座 助教
遠藤 整	旭川医科大学健康科学講座
黒田 光	旭川医科大学医学部内科学講座
永滝 陽子	中央労働災害防止協会 大阪労働衛生総合センター
山内 恒幸	中央労働災害防止協会 労働衛生調査分析センター
小川 真規	東京労災病院 産業中毒センター
後藤 浩之	関西労災病院 環境医学センター
瀬戸 博	東京都健康安全研究センター

A. 研究目的

日本では SHS 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住まい方、ライフスタイル、住宅構造、換気、湿度環境の調査、およびアルデヒド・VOC の室内濃度の測定、真菌数、ダニアレルゲン量の生物学的要因について研究を行った。本研究は、全国 6 地域で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、小児のアレルギー疾患への影響が考えられ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、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。加えて、VOC 個人曝露濃度と尿中 VOC 濃度の関係、症例研究、住宅環境測定の実験技術の開発、コンクリートから 2-エチル-1-ヘキサノールの発生対策の検討、築年数が経過した集合住宅の湿度環境とシックハウス症状の検討、児童におけるシックビルディング症状の検討、SHS の有病率変化や医療機関の利用状況等の電話調査、化学物質過敏症の負荷試験と心理テストの検討、保健所職員を対象にした SHS 相談体制に関する調査研究を実施した。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、評価法を確立し、科学的な根拠に基づく相談マニュアルを作成した。

B. 研究方法

1. 一般住宅を対象とした全国規模のシックハウス症候群に関する疫学調査研究

1) 統一調査プロトコルによる全国調査

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）」において、平成 15 年度に「建築確認申請」から無作為抽出した全国（北海道、

福島、愛知、大阪、岡山、北九州）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軒に対して質問票調査と居間の環境測定（アルデヒド類・VOC類、真菌、ダニアレルゲン）を実施した。平成17年度は全国195軒に対してさらに質問票調査と環境測定（居間と寝室）追跡調査を実施した。平成18年度は平成17年度まで継続して調査に参加し、本年度調査の承諾が得られた住宅において平成18年10月～平成19年1月までの期間に、質問票調査と居間の環境測定（継続項目：アルデヒド類・VOC類、真菌、ダニアレルゲン、新規項目：MVOC類、フタル酸エステル類、リン酸トリエステル類、農薬類）を実施した。

2) MVOCに関する全国調査

全国6地域、182軒624人を対象に、MVOCによる室内空気汚染とSHS症状の関連を検討した。

3) 寒冷地住宅の特徴とSHSに関する調査

過年度調査の結果を再解析し、北海道（札幌市）と他6地域（福島市、名古屋市と近郊2市、大阪府下4市、岡山市と倉敷市、北九州市を統合）の住宅環境要因、およびSHSとの関連について検討した。

4) 西日本地区における有機リンとSHSに関する研究

北九州、岡山、大阪の3地域において、57軒を対象に、殺虫剤の使用頻度が高い夏季の一般家屋の室内空気中有機リン（殺虫剤および難燃性可塑剤）の室内空気中の濃度を測定した。同時に、調査票を使用して、殺虫剤使用状況を質問した。

5) 症例研究

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（アルデヒド類・VOC類）を実施した。

6) 室内VOCにおける個人曝露濃度と尿中濃度との関係についての検討

岡山地区と北九州地区の対象家屋に居住している成人を対象として、起床時の尿を採取した。分析対象とした尿中VOCは、トルエン、エチルベンゼン、キシレン、スチレン、パラジクロロベンゼンで、GC/MSを用いて分析した。また、帰宅時から翌朝起床時の尿採取までの個人曝露

VOC濃度も測定した。VOC用（VOC-SD）およびアルデヒド類用（DSD-DNPH）パッシブサンプラーをそれぞれ協力者に夜間住居内で携帯してもらい（就寝時は寝室のスタンドに設置）、翌朝、サンプラーの回収および尿の採取を協力者自身に依頼した。

環境大気中のVOCについて、拡散法による捕集では検出できない微量濃度（ $0.01 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 程度）までの室内汚染の実態を容器採取GC/MS法により調査した。あらかじめ減圧しておいた内容積6Lのステンレス容器（キャニスター）に、居間空気を流量1.5ml/分で48時間採取し、居間の空気中VOC類を捕集した。採取後の試料は窒素ガスにより希釈加圧、低温濃縮、加熱脱着後、GC/MSにより測定した。環境大気（屋外）からのVOCの影響を把握するために、調査家屋の屋外VOC濃度について同時に試料採取を行った。さらに、これらの結果を基に、居住者のVOC吸入曝露量の推定を行った。

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疫学研究

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

旭川市某地区の公営住宅のうち、市営住宅40棟998戸、道営住宅24棟584戸に調査票を配布し、対象者本人については年齢、性別、記入日、職業について、住居については築年数、部屋数、居住人数、居住年数、結露・カビ・5年以内の水漏れの有無、湿度環境（8項目）について質問した。湿度環境の8項目のうち、各項目について「はい」と回答した場合1項目1点とし、合計点を湿度指標数として用いた。

これまでの健康状態については、アレルギー疾患の治療歴について質問した。症状については、スウェーデンのAnderssonによるシックビル症状の質問調査票（MM040EA）の日本語版を用いた。

2) 児童におけるシックビルディング症状の検討

旭川市内の1小学校を通じて、SwedenのAnderssonらが開発した児童向けのシックビルディング症候群調査票MM080 for schoolを配布し、児童の状況について保護者から回答を得

た。有訴率や湿度環境との関連を検討した。

3. 電話調査による東京都特別区の有病率状況の検討

東京特別区および札幌市に居住する20歳以上でかつ過去3回（H14年度、H16年度、H17年度）の調査の回答者に追跡調査を実施し、主に症状の変化について検討した。調査は、電話調査法を用いて実施した。調査に用いた質問票は、報告者らが作成したものを用いた。調査項目はSHSに対する知識、SHSの症状および医療機関・市販薬の利用状況である。

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

シックハウス症状の訴えが多発した新築ビルにおいて、特にシックハウス症状との関連が強いと考えられる2室に対して、2E1Hの発生を抑えるため、床材のタイルカーペットまたは長尺シートを剥離し、床のコンクリートを露出させ、1カ月間乾燥させた。乾燥期間中は窓をできるだけ開放し、乾燥後は床材をフタル酸エステル非含有のものに交換した。この乾燥は平成18年3月に行われたが、工事前後の室内VOC濃度を比較するため、平成17年8月及び、平成18年9月に上記2室と床材剥離・床乾燥を行わなかったC室で室内VOC濃度を測定した。室内空気中VOCの測定は室内空気をポンプで活性炭管チューブに通し、GC-MS法で分析した。

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2E1H発生に関する実験的研究

コンクリートの床とフタル酸エステル(AP)含有床材が接触する室内で、築後長期間にわたって2-エチル-1-ヘキサノール(2E1H)が発生し、シックビル症候群発症の原因になっている2-エチル-1-ヘキサノール(2E1H)発生とセメントの種類との関連についての検討を行った。数種類のセメントにフタル酸ジ(2-エチルヘキシル)（DEHP）を添加の後、2E1H発生の推移を経時的に観察した。

5. 住居環境物質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

簡易測定法として、現在市販されているマイティーチェッカー（MC）、アカレックテスト（AT）を選択した。検体の収集は、24時間以上掃除機を使用していない、同室内における同一性状の床面、もしくは寝具等より、1平方メートルをマーキングして行った。MC用、AT用、ELISA用の3つの集塵袋に、そこで使用している掃除機を用いて各2分間吸引した。MC、AT用の検体は-20℃に保存後、キットのマニュアル通りに測定を行った。ELISAの検体は-20℃に保存後、Der p1・f1 ELISA kit（ニチニチ製薬）により測定した。

2) MVOCの捕集方法と分析技術の開発

SHS関連物質として既存の42化学物質とMVOCのピークがクロマトグラムにおいて分離できる分析条件と、正確さ、精度、感度が良好な確認イオンと定量イオン条件について検討した。活性炭捕集剤から8種類のMVOCを脱着する溶媒について検討した。独自に曝露チャンバーと水-バブリング法を考案し、ポンプ吸引による活性炭への捕集と拡散原理を用いた活性炭への捕集を並行測定し、ポンプ法と拡散法の濃度を比較することで拡散型サンプラーの化学物質の捕集速度を求めた。

3) 樹脂気孔型拡散型サンプラーの捕集速度

厚生労働省の「シックハウス（室内空気汚染）問題に関する検討会」で指針値および指針値案が示されている物質を含む8物質について、拡散型のサンプラーによる捕集速度を求め、定量を可能にし、室内濃度を明らかにした。具体的には、①GC/MSを用いた分析条件、②定量下限値、回収率（抽出率）、③拡散法測定の捕集速度、④平成16年度室内濃度全国調査の応用例事例の検討を行った。

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

少量のダスト及び空気試料で、多種類の化学物質（可塑剤8物質、酸化防止剤2物質、リン系難燃剤11物質、有機リン系殺虫剤10物質、ピレスロイド系殺虫剤等7物質の計38物質）を同時に検出できる精度の良い測定法を開発を行

った。ダスト分析においては、住宅での採取後、分析実施までの間にダスト中の測定対象物質が増減しない保存方法を検討した。また、少量のダスト(50mg 程度)から測定対象物質を効率よく抽出し分析する方法を検討した。空気分析においては、ポンプを用いたアクティブ法により空気を採取することとし、採集中のポンプの騒音を抑えるために、低流量(200mL/min)での測定法を検討した。また、採取した化学物質の酸化的变化をさけるため、サンプラーへの酸化防止剤の添加を検討し、各物質について回収率を求めた。

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：環境医学研究センター（関西労災病院）の診療部門、診療室や負荷試験室において、空調システムを作動し、一時間後に各部屋の中央部においてトルエン（To1）、キシレン（Xy）、ホルムアルデヒド（FA）を測定した。精神心理テストの対象者および検査項目：2005年6月から2006年9月に関西労災病院を受診した124名の新規受診患者のうち、女性を対象とした。尚、診断基準としては、「主症状2項目以上と副症状4項目以上」を採用した。心理テストは不安尺度の検査として「STAI 状態・特性不安検査（FORM X）」、自我状態の検査として「新版 TEG II 東大式エコグラム Ver. II」、気分尺度を示す「日本版 POMS」の3種類を実施し、3種の検査における得点を5群間で比較した。

MCSを疑う患者15名に、一重盲検法によりホルムアルデヒドまたはトルエンの負荷試験を実施した。負荷にはブランクを含む3濃度を用い、判定には負荷前後の自覚症状、臭いの検知の有無、および血圧・脈拍数・酸素濃度飽和度の変化および眼球運動の乱れの有無、瞳孔反射の遷延の有無などを用いた。また、ホルムアルデヒドによるアレルギーを発症したSHS患者においては、ホルムアルデヒドの負荷試験を実施した。さらに、クリーンルームにおいて健康なボランティア5名に100 μ g/m³のホルムアルデヒドを1時間負荷し、負荷前後および30分おきに採血を行い、2時間後までの血液中のホル

ムアルデヒド濃度を標準添加法により測定した。

7. 保健所のシックハウス症候群相談体制に関する研究

2007年10月、全国530箇所の保健所の保健所長、室内環境関連担当者の連名宛に自記式調査票を郵送法により配布・回収した。

調査票は本調査の目的に従って作成し、調査項目は、SHSに関する相談体制、相談対応実績、相談対応時の困難事項やニーズ、SHSに関する情報提供である。

8. 保健所等の相談窓口で使用するマニュアルの作成

東京都、大阪府、札幌市の保健所の職員に対するフォーカスインタビュー、全国保健所の相談窓口担当職員に対する質問紙調査の実施、全国の一般住宅を対象とした疫学調査の結果を踏まえて、「保健所等のSHS相談窓口で使用するマニュアル」を作成した。

（倫理面への配慮）

本研究は主任研究者が所属する北海道大学大学院医学研究科の疫学研究倫理審査委員会、および分担研究者の所属する機関の倫理審査委員会の承認を受けた。実施にあたってヘルシンキ宣言の趣旨に則り、被験者に対しては書面による十分な説明に基づく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た。

保健所の相談窓口担当職員に対する調査の実施に当たっては、全国保健所長会での承認を受けた。また得られた情報は、回答施設が特定できないが連結可能な形で保管した。

C. 結果

1. 一般住宅を対象とした全国規模のシックハウス症候群に関する疫学調査研究

1) 統一調査プロトコルによる全国6地域調査

SHS1のリスクとなった個人的要因は、未成年であること、現在アレルギーの治療を受けていること、不十分な睡眠、週一回以上の運動、ス

トレスが多いことであった。住宅要因では、1年以内のリフォーム、絨毯を敷き詰めていること、窓の開放時間が短いことであった。

北海道：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。SHS1 有訴者は 16 人 (11.9%)、SHS2 は 33 人 (24.6%) であった。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。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。アルデヒド類・VOC 類については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。真菌量は平成 16 年~17 年に比較し、平成 18 年に減少が見られた。ダニアレルゲン量は平成 16~18 年と増加傾向にあった。MVOC 類は 1-Pentanol、3-Methyl-1-butanol、2-Pentanol が半数以上の住宅から検出された。フタル酸エステル類、リン酸トリエステル類については、ダスト中から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。また、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、床ダストでより高濃度であった。

福島：対象住宅 21 軒はすべて築 8 年以内の戸建住宅であった。健康アンケート調査対象者は 66 名 (男性 34 名、女性 32 名) であった。SHS1 は 6 名 (9.1%) であり、SHS2 は 11 名 (16.7%) であった。住宅・健康要因の関連については、SHS1 において有意であった項目は「ストレスが多い」「家具のにおい」「化学物質の取り扱い」であった。また、SHS2 において有意であった項目は「睡眠状態」「蚊取り用薬剤の使用」「目覚め」「ストレスが多い」であった。MVOC 類については、3-Methyl-1-butanol および 1-Pentanol の値が高く、検出率も各々 81、62% と高かった。室内ダスト中の化学物質については、フタル酸ジエキシルヘキシル、フタル酸ジイソブチル、フタル酸ジイソブチル等が高い濃度を示した。SHS 症状との関連において SHS2 とフタル酸ジ-n-ブチルとの間に有意差がみられた。

室内の空気汚染と換気について、部屋の換気

方式、生活をしているなかでの室内の二酸化炭素濃度、臭気指数、そして一部の住宅 (8 戸) については換気装置の風量測定をおこなった。臭気指数、二酸化炭素濃度ともに換気システム有りの住宅で低い値を示したが有意差は見られなかった。窓はサッシとペアガラスが一般的であり、気密性が高く、換気システム無しの住宅において二酸化炭素濃度が 1000 ppm を超えて 2000 ppm に達する場合もみられた。

24 時間換気装置の設置されている住宅は 21 戸中 9 戸 (43%) であった。換気装置の風量測定については、風量が 1 時間に 10~20 m³ である場合が多く、吹き抜けの広い空間がある家では換気装置の風量が 1 時間当たり 70 m³ であるところも見られた。屋内で各部屋のドアが気密化している、換気装置のフィルターが目詰まりしている等、換気状態の不良な住宅もみられた。

名古屋：28 軒の住宅、及びその居住者 91 名を対象とした。男性 46 名、女性 45 名で、SHS1 が 3 人 (3%)、SHS2 が 12 人 (13%) であった。fine dust あたりのダニアレルゲン量では SHS2 で症状を有する群で有意に高い値がみとめられた。真菌量は、総コロニー数の中央値は、20.5CFU/m³、検出率の高かった真菌属は *Cladosporium*、*Aspergillus* がそれぞれ 100%、46.4% であった。SHS1、SHS2 ともに *Eutorium* が症状有群で有意に多く検出された。菌種別では *Eurotium herbariorum* が SHS1、SHS2 ともに症状有群で有意に多く検出された。また、SHS1 では *Paecilomyces sp.* 及び *Wallemia sebi*、SHS2 では *Rhodotorula minuta* 及び *Stachybotrys sp.* が症状有群で有意に多く検出された。MVOC は 3-Methyl-1-butanol と 1-Pentanol の検出率が 50% 以上であった。また、2-Heptanone と 3-Octanol は検出されなかった。化学物質では、Propionaldehyde でのみ SHS1 有群が有意に高い濃度であった。昨年度と同様、p-Dichlorobenzene が極端に高濃度で検出される住宅も散見された。

大阪：対象は 56 軒・200 人 (男 92 人、女 108 人) であった。シックハウス症状を満たす者は、SHS1 4 人 (男 1 人、女 3 人)、SHS2 11 人 (男 4 人、女 7 人) であった。平成 16 年からの 3

年間の推移で検討すると、平成16年→平成17年では、女ではSHS1で4.5%から0.8% (n. s.)、SHS2で12.3%から5.3% ($p < 0.05$; 母比率の差の検定)と有意に減少し、平成16年→平成18年は男女合計で10.6%から4.7%と有意に減少した。住居調査票の項目からは、男で「喫煙者がいる」はSHS2のリスクを上げた。女では、「防虫剤使用」はSHS2、「燃料が石油」でSHS1とSHS2、「ゴキブリ駆除剤使用」でSHS2、「ダニ駆除剤使用」でSHS2のリスクがあがった。女で有意なリスクが出ているのは、種々の薬剤を直接使用する機会が多いこと、家にいる時間が長いことの可能性が考えられる。しかし、家にいる時間（17時間以上/16時間以下）は有意なオッズ比を示さなかった。健康調査票の項目からは、女では、「空気が悪い」でSHS2のリスクが上昇した。

真菌のコロニー数は、*Arthriniun sp.*は「症状有りの者がいる家」が有意に多いが、他の菌種・総コロニー数では、「症状ありの者がいる家」と「症状ありの者がいない家」とでは、差は無かった。VOCでは、Propionaldehydeは「症状有りの者がいる家」が有意に多いが、他のVOC・TVOCでは差が無かった。MVOCでは、「症状ありの者がいる家」と「症状ありの者がいない家」とでは、MVOCでは差が無かった。ダニ・ハウスダストでは、「症状ありの者がいる家」と「症状ありの者がいない家」とでは、差は無かった。

岡山：平成17年度の調査に参加した49軒のうち、22軒（居住者は83名）が平成18年度の対象であった。SHS症状は、SHS1が9名（10.8%）、SHS2が12名（14.5%）であった。SHS症状と住居との関連においては、SHS1では「風呂場のぬれタオルが乾きにくい」、「家屋内での喫煙」のオッズ比が高く、「蚊取り用薬剤を使用」のオッズ比が低かった。SHS2ではこれら3項目に加えて「室内で芳香剤を使用」、「室内で防虫剤を使用」のオッズ比が低かった。SHS症状と健康との関連においては、SHS1において「家のおい」のオッズ比が高かった。室内環境測定：22軒（22測定点）における気中アルデヒド類・VOC濃度については、指針値（TVOCは暫定目標値）を超過した物質は、アルデヒド類では

Formaldehyde（3点）、Acetaldehyde（1点）、VOCではp-Dichlorobenzene（2点）、TVOC（1点）であった。気中MVOCについては、濃度域はVOCと比較すると1オーダー低かった。棚のフタル酸エステル類等については、SHS1群ではフタル酸ジメチル、フタル酸ジイソノニル、エトフェンプロックス、リン酸トリス（2-クロロエチル）が、SHS2群ではフタル酸ジイソノニル、トランスフルトリン、エトフェンプロックス、リン酸トリス（2-クロロエチル）が有意に高濃度であった。真菌については、SHS1は*Cladosporium*属、*Arthriniun sp.*と総コロニー数、SHS2は*Cladosporium*属、*Fusarium sp.*と総コロニー数において、SHS有群の家屋の方がSHS無群より有意に高かった。ダニアレルゲン量については、SHS1・SHS2それぞれについてSHS有群とSHS無群を比較すると、有意ではないものの、SHS無群のアレルゲン量の方が高い傾向が認められた。

北九州：対象住宅20軒のうち、平成16年度からの継続世帯（16軒）はすべて戸建住宅で、新規世帯（4軒）はすべて集合住宅であった。調査参加者は62名（男性30名、女性32名）であった。SHS1は3名（6.3%）、SHS2は6名（9.7%）であった。2004年度から調査に継続参加した対象者48名について、SHS1は2年前の4名（8.3%）のうち、3名がすべての症状が改善（消失）し、1名は症状が生じる頻度が減少してSHS2になった。SHS2は2年前の6名（12.5%）のうち、3名は今年度症状が改善（消失）した。しかし、2年前に症状を訴えなかった2名がSHS2として発症を示した。SHS2に該当した人について住宅要因との関連について評価を行ったところ、「水漏れ（水道からの水漏れや雨漏り）が生じたことがある」がオッズ比6.25、「居間にドライクリーニングした衣類がある」がオッズ比8.33であった。VOCのほとんどの成分が定量下限未満となった。アルデヒド類はFormaldehyde濃度の中央値が $67.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と高く、これは例年より高い傾向であった。Acetaldehyde濃度とアレルギー疾患との間には、濃度の増加による影響が疑われた。

2) MVOCに関する全国調査

MVOC 8物質のうち、検出率が高かったのが1-Pentanolであり、濃度の幾何平均値は0.64 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ で、検出率は54.9%であった。次いで、3-Methyl-1-butanolの幾何平均値が0.55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ で、48.9%の住宅で検出された。また、住宅の窓と壁に結露があるとMVOC濃度が高く、窓を開けている時間が長い住居ではMVOCの濃度が低かった。住宅が古くなるほど2-Pentanolの濃度が高かった。

測定したMVOCのうち検出率が25%を超えた4化合物を検出と未検出のグループに2分し、総MVOCは中央値で2分してSHS症状（ひとつ以上の症状が週一回以上の頻度でおこる）との関連を検討したところ（カイ二乗検定）、2-Pentanolの有意な関連性を認めた[オッズ比(OR)、2.20 (95%CI: 1.11, 4.37)]。また、鼻症状、喉・呼吸器症状に限って見た場合にも有意な関連性があった[鼻症状、2.74 (1.20, 6.22); 喉・呼吸器症状、3.04 (1.04, 8.88)]。

3) 寒冷地住宅の特徴とSHSに関する調査—北海道地区と本州・北九州地区との比較から

質問項目への回答が全くなかったものを除くと、札幌市と他5地域の解析対象数は、それぞれ575軒と1700軒であった。さらに、性・年齢、健康に関連する項目について記載のないものを除外した場合には、札幌市が566軒、他5地域は1654軒であった。札幌市の有訴率が4.7%、他5地域が3.3%であった。

平成15年度全国質問紙調査の結果の北海道と他5地域との比較によって、北海道の住宅の特徴をいくつか明らかにできた。他5地域に比較して札幌市では木造建築の占める割合が多いこと、換気状況と湿度環境に特徴があることがわかった。寒冷地であるために、窓の開閉による室内空気と外気の入れ替えを行う機会が他地域より少なく、その代替補完的な手段として、外気から室内、室内から外気への空気の流れを保障するような換気孔・通風口が設置された住宅が多く、また半数近い住宅に全室に強制換気装置が設置されていた。室内に人がいる場合には、換気扇、自動換気装置など機械的な換気設備を常時運転している住宅が多かった。

「結露の発生」「カビの発生」「カビくさいにおいて」「風呂場でぬれタオルが乾きにくい」「水漏れ」など、湿度環境についての質問に「はい」と答えた割合が札幌市では他5地域より少なかった。このうちSHSとの関連が示された湿度環境項目は、札幌市では「結露の発生」のみであった。他5地域は、「カビの発生」「カビくさいにおいて」、「風呂場でぬれタオルが乾きにくい」の3項目がSHSとの関連を示した。

4) 西日本地区における有機リンとSHSに関する調査研究

殺虫剤の中でピレスロイド系トランスフルトリンの検出頻度が38.6%と最も高く、次いで共力剤のs-421（有機塩素系）が26.3%、有機リン系殺虫剤のジクロロボス17.5%であった。住宅への使用が規制されている有機リン系のクロルピリホスとカーバメート系のフェノブカルブの検出率はそれぞれ10.5%、5.3%であった。最大値は、ジクロロボスの1730 ng/m^3 であった。難燃剤のリン酸トリエステル類では、リン酸トリエチル、リン酸トリブチル、リン酸トリス(2-クロロイソピロピル)、リン酸トリス(2-クロロエチル)といった物質が高頻度に検出された。リン酸トリエステル類の濃度と難燃性製品の関連性は認められなかった。ピレスロイド系・有機リン系殺虫剤成分は、建材のシロアリ防除処理、ゴキブリ駆除剤、蚊取り用薬剤、ダニ駆除剤を使用している家屋で高濃度であった。「ゴキブリ駆除剤の使用」と「ダニ駆除剤の使用」は女性でSHSリスクを上昇させた。

5) 症例研究

2006年度に紹介を受けた2症例について、住宅の環境測定を実施した。症例1: Formaldehyde、Acetaldehydeとも今回測定した5測定点での気中濃度はいずれも厚生労働省の指針値を下回っていた。同様にVOCも、いずれの部屋においても個々のVOC、TVOCとも基準値以下であった。症例2: 指針値のある化学物質濃度は全般的に低く、また指針値のないものについても非常に低い濃度であった。ただし2階の洋室(6畳)のp-Dichlorobenzeneのみ、指針値を超えていた。

2007年に紹介を受けた症例で、住居の環境測定を実施した1家屋の1室(有症状者が使用し

ている書齋）でホルムアルデヒドが室内濃度指針値を超過していた。

6) 室内 VOC における個人曝露濃度と尿中濃度との関係についての検討

尿中 VOC 濃度：全国調査に参加した成人居住者のうち、30 軒、44 名（九州・岡山それぞれ 15 軒、22 名）が本研究に参加した。帰宅時から翌朝の尿採取時までにおける個人曝露 VOC 濃度は気中濃度より高濃度であった。また気中では検出されなかった物質が個人曝露において多く検出されていた。起床時の尿中 VOC 濃度と個人曝露濃度との関連を検討したところ、ブランク値を差し引く前・後とも尿中 p-Dichlorobenzene のみ気中濃度と相関していた。また Styrene は気中・個人曝露とも検出されなかったが、参加者全員の尿から検出された。尿中 VOC 濃度をブランクで調整した後も Toluene、Ethylbenzene、p-Dichlorobenzene について、喫煙は 3 物質いずれにおいても尿中濃度との関連が認められた。

VOC 個人曝露濃度：参加者（N=52）のうち、男性 26 名、女性 26 名で、年齢は 30 歳代～50 歳代が中心であった。VOC の中では Toluene が最も高く、その中央値が $12.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。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。Formaldehyde 濃度の中央値は $30.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、本調査で実施した居間空気中濃度の中央値 $67.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ より低い値であった。アルデヒド類は、曝露量の増加により症状との関連は示さなかった。

容器採取 GC/MS 法での調査結果で、室内汚染の実態を示す、室内濃度(I)と屋外濃度(O)の比、すなわち I/O 比が 1 以上であったものは Cyclohexane (I/O=10.6)、 β -Pinene (6.4)、 α -Pinene (4.7)、Chloroform (4.2)、p-Dichlorobenzene (3.2) などであった。吸入曝露量の大きい成分のうち、屋外寄与と室内発生源寄与を分けた場合、Toluene、Benzene、Hexane などは屋外の寄与が大きく、Cyclohexane、p-Dichlorobenzene、 α -Pinene などは室内の影響が大きい成分であった。

ヒトの 1 日における空気の吸入量を 15m^3 、外出先を含めた室内と屋外の滞在時間比を 9:1 と

して、吸入曝露量の推定を行った。今回の調査結果から得られた平均的なヒトの 1 日の吸入曝露量を推定し、吸入曝露量の大きい順に、Toluene、Cyclohexane、p-Dichlorobenzene、 α -Pinene、Xylene、Ethylbenzene、Benzene などであった。

2. 集合住宅・小学校におけるシックハウス症候群の検討

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

対象とした集合住宅では女性の割合が高く、また、高齢者が多くなっていた。また、湿度環境悪化の指標がありと答える割合は高かった。女性の方で、鼻、喉・呼吸器、いずれかの症状に有症率が高かった。全体として、女性のオッズ比が高く、年齢では 30～39 歳で、鼻、いずれかの症状のオッズ比が高かった。職業では関連を認めず、アレルギー歴は全てに有意に関連していた。築年数では有意な関連を認めなかった。部屋数 / 居住者数は鼻症状で有意な関連を認めた。湿度環境の指標は、多くが各症状に有意に関連していた。性、年齢（カテゴリー）、アレルギー（あり、なし）、住宅の種類（市営住宅、道営住宅）、部屋数 / 居住者数（連続数、欠損値は平均値を代用）で調整したオッズ比を求めた結果、いずれかの症状では、風呂のカビ以外、全て有意の関連を認めた。湿度環境指標数と症状の関連について、同様に調整して各症状で、トレンド検定は有意で、量一反応関係を認めた。

2) 児童におけるシックビルディング症状の検討

自覚症状については、「いつもあり」を陽性としたところ、疲れ：2.5%、頭痛：1.1%、不眠：2.2%、目の症状：4.3%、鼻の症状：18.3%、咳：4.7%、顔面の皮膚症状：5.0%、頭皮・耳の皮膚症状 7.2%、手の皮膚症状 5.4% であった。以上のいずれかの症状有り（有訴群）は 28.4% であった。家で受動喫煙有りは 28.4% に認め、その症状出現に対するオッズ比 (OR) は 1.30 (95%CI: 0.73-2.32, p=0.372)、カビ発生 15.8%、OR は 2.20 (1.12-4.31, p=0.021)、カビ臭 5.4%、OR は 2.56 (0.89-7.33, p=0.080)、水漏れ 12.2%、OR は 0.248 (1.18-5.18, p=0.016)、結露 40.6%、

OR は 1.82 (1.06-3.11, $p=0.030$)であった。

3. 電話調査による東京都特別区有病率状況の検討

①厚生労働省が発表した 8 項目の症状を過去 1 年間に 1 つ以上「経験あり」と回答、②建物の外に出ると症状が消失または軽減する、③季節による症状の変化がない、の全てを満たす者を「SHS 有病者」、①を満たすが有病者に該当しない者を「SHS 有症状者」と定義した。平成 17 年度調査と本年度調査の 2 回とも回答の得られている回答者 305 人について分析した。回答者全体の 97.0% (296 人) は「シックハウス症候群」を知っている、81.3% (248 人) は「意味も知っている」と回答した。SHS の症状を過去 1 年間で、1 つ以上の症状を「経験した」との回答は 27.2% (83 人)、5 つ以上の症状を経験した者は 14.5% (12 人) であった。症状ありとの回答者に対して、症状の出現・消失と環境との関連を質問し、55.4% (46 人) が「症状は建物の外に出ると軽減する」と回答し、症状が出現・増悪する建物は、自宅が最も多く、公共施設、職場の順となっていた。また、34.9% (29 人) が「季節による症状の増悪はない」、42.2% (35 人) が「換気によって症状が軽減する」と回答した。「医療機関を受診した」者は 25.3% (21 人)、「市販薬利用を利用した」者は 20.5% (17 人) あった。また、健康食品などの民間療法を利用した者は 15.7% (13 人)、換気をするなどの工夫をした者は 49.4% (41 人) あった。有病率は、全体で 4.9% (15 人) と推計された。また、平成 17 年度調査時での有症状者における罹患率は 6.1%、平成 17 年度調査時での症状なし者における罹患率は 2.3%であった。これらの値を用いて、マルコフモデルによる SHS の有病状況の 1 年間ににおける自然経過を推計した結果、有病者が 1 年後に有病者でありつづける確率は 30.5%であり、症状なし者が 1 年後に有病者となる確率は 3.2%であった。

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

対策を行った A、B 室で 2E1H は $214 \mu\text{g}/\text{m}^3$

から $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $165 \mu\text{g}/\text{m}^3$ から $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ にそれぞれ減少した。また、これら両室で比較的高い濃度が検出された 1-ブタノールもそれぞれ $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ から $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ へ、 $359 \mu\text{g}/\text{m}^3$ から $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ へと減少した。一方、特に対策を行わなかった C 室でも全体に測定した VOC 濃度が改善していることがわかった。床材をフタル酸エステル類を含まないものに交換した結果、大幅に減少した。A、B 両室では対策を行ったことで C 室を上回る効果が観察された。

2) 各種セメントへのフタル酸ジ- (2-エチルヘキシル) (DEHP) 添加に伴う室内環境汚染物質 2E1H 発生に関する実験的研究

普通・早強ポルトランドセメント等 5 種類のセメントのいずれも 1 日後には $5 \text{mg}/\text{時} \cdot \text{m}^2$ を超える 2E1H 放散量が観察され、その後は $10 \text{mg}/\text{時} \cdot \text{m}^2$ を超える放散が続いた。28 日後の放散量は $17.3 \sim 29.6 \text{mg}/\text{時} \cdot \text{m}^2$ 、56 日後は $31.6 \sim 49.4 \text{mg}/\text{時} \cdot \text{m}^2$ であった。いずれのセメントも DEHP の添加により、2E1H の放散が少なくとも添加後 13 週間続き、Air-Entraining 減水剤添加の早強セメントは特に初期発生量が多いことが明らかになった。

5. 住宅環境物質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

測定は、集合住宅 39 戸、戸建住宅 17 戸、病院 1 軒、大学 1 軒で行い、のべ 106 の床・寝具等より 3 方法で測定するための検体を得た。MC では、① Der 1 カットオフ $2.0 (\mu\text{g}/\text{g} \cdot \text{dust})$ 以上で、 \pm 以上を判定基準とすると感度 91.8%、特異度 71.1%、② Der 1 カットオフ $10.0 (\mu\text{g}/\text{g} \cdot \text{dust})$ 以上で、 $+$ 以上を判定基準とすると感度 85.7%、特異度 79.5%であった。③ $\text{Der } 1 \leq 2.0, 2.0-1.0, \geq 10.0 (\mu\text{g}/\text{g} \cdot \text{dust})$ との比較では $\kappa=0.505$ であった。AT では、① Der 1 カットオフ $2.0 (\mu\text{g}/\text{g} \cdot \text{dust})$ 以上で、C 以上を判定基準とすると感度 100%、特異度 13.3%、② Der 1 カットオフ $10.0 (\mu\text{g}/\text{g} \cdot \text{dust})$ 以上で、B 以上を判定基準とすると感度 46.4%、特異度 96.2%であった。③ $\text{Der } 1 \leq 2.0, 2.0-1.0, \geq 10.0 (\mu\text{g}/\text{g} \cdot \text{dust})$ との比較では $\kappa=0.505$ であった。

2) MVOC の捕集方法と分析技術の開発

①既存の 42 物質と MVOC 8 物質のピークが、クロマトグラムにおいて分離できる分析条件が得られた。定量下限値を分析検出下限値 ×3 倍で求めると、0.004 $\mu\text{g}/\text{mL}$ (3-オクタール) ~ 0.018 $\mu\text{g}/\text{mL}$ (1-ペンタール) となった。②捕集剤からの脱着条件：4 条件の脱着溶媒で 8 種類の MVOC の脱着率を検討した結果、二硫化炭素とイソプロピルアルコールの混合溶液を用いた場合に最も安定して高い脱着率が得られた (94.1 ~ 122.4%)。③拡散型サンプラーの捕集速度：拡散型サンプラーの捕集速度をポンプ法と拡散法の関係から求めた。捕集速度は 30 mL/min (3-オクタール) ~ 35 mL/min (1-ペンタール、2-ヘキサール) が得られた。気中濃度に換算した定量下限値は 0.044 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (3-オクタール) ~ 0.178 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲であった。(1-ペンタール) 実際の定量下限値は、捕集時間を考慮して、MVOC 8 物質全てに 0.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を適用した。

3) 樹脂気孔型拡散型サンプラーの捕集速度

捕集剤の活性炭からの二硫化炭素による抽出率はノナール、デカナールのアルデヒド類が 67.0、68.9%と低く、その他の化学物質は良好であった (89.5 ~ 118.6%)。装置定量下限値は 8 種類の化学物質のなかで 2,2,4-トリメチルペンタン 0.04 $\mu\text{g}/\text{mL}$ が低く、デカナール 0.16 $\mu\text{g}/\text{mL}$ が高値であった。2,2,4-トリメチルペンタン、ノナール、デカナール、ドデカン、トリデカンの 5 化学物質とトルエンはポンプ法と拡散法との間には高い有意な相関が得られたが、テトラデカン、ペンタデカン、ヘキサデカンは相関が得られなかった (ポンプ法には吸着されているが拡散型サンプラーには吸着量が非常に少ない)。捕集速度はトリデカンが 15 mL/min でデカナールが 100 mL/min であった。気中濃度に換算した定量下限値は 1.0 から 1.7 g/m^3 の範囲であるが、分析の実際の定量下限値は捕集時間を考慮して 5 化学物質とも 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ とした。

室内環境測定の同意が得られた住宅 284 軒を対象として環境調査を実施したところ、トリデカンが 43 ~ 48%、ドデカンが 22 ~ 24%、デカナールが 8 ~ 12%の住宅で検出された。次に多くの住宅を測定した札幌と大阪の平均値を比較したと

ころ (Welch の方法)、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、アセトン、酢酸エチル、トルエン、デカン、リモネン、ウンデカン、ドデカンが札幌で有意に高値であった。p-ジクロロベンゼンは札幌が低値であり、地区差がみられた。

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

採取したダストをガラス試験管に入れてテフロンテープで密栓し、アルミ箔に包んで冷凍保存 (-20°C) した。主な物質の平均濃度は、1 年間保存後には採取直後の 72% ~ 129% であり、ほぼ良好な状態で保存できることが分かった。また、操作ブランクを低減し、抽出溶媒に少量のアセトンを用いることにより、50mg 以上のダストの場合、測定対象物質の定量下限値は 0.04 $\mu\text{g}/\text{g}$ ~ 4.0 $\mu\text{g}/\text{g}$ と、低濃度までの分析を可能とした。各物質の添加回収率はいずれも 80%以上と良好だった。

空気分析では、直径 1cm のオクタデシルシリカゲルフィルターを用いたミニサンプラーを開発し、空気採取を行った。空気採取量が少量であるにもかかわらず (200 mL/min の流速で 48 時間、空気量：576 L)、2.2 ng/m^3 ~ 61.4 ng/m^3 と低濃度まで分析が可能であった。また、酸化防止剤として、フィルターにアスコルビン酸を添加したところ、各物質の回収率は、ジブチルヒドロキシトルエン (BHT) を除き 80%以上であった。BHT の平均回収率は 68%と推定された。

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：空調作動時の各部屋の Tol、Xy の濃度は 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 未満、FA の濃度は 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 未満であった。負荷試験室における負荷前の Tol、Xy および FA 濃度は検出限界以下であった。負荷濃度として Tol 260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、FA 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を設定して負荷試験室のシステムを稼働した時の室内空間の平均濃度は Tol 260.2 \pm 17.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、FA 86.7 \pm 2.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ と FA はやや低めであったが、変動係数は Tol 6.9%、FA 2.9%といずれも小さく室内空間の均一性が良かった。

精神心理テストの対象者および検査項目：3 種の心理検査において、受診患者群とコントロ

ール群との間には有意な差が見られた。STAIは不安検査であり、「特性不安」では普段感じている不安体験に対する反応傾向が示され、「状態不安」ではその時に感じた一過性の反応が示される。今回の5群における比較では不安(p=0.0068)及び状態不安(p=0.0006)のいずれも群間に有意な差がみられ、③群の不安度が最も高かった。TEGは交流分析理論に基づく性格検査であり、性格、生き方や行動パターンが示される。TEG-CP(p=0.0404)では①群が他の4群よりも低く、TEG-A(0.0056)では、①群が最も低かった。TEG-FC(p=0.0120)では③群が最も低く、④と⑤群が高かった。TEG-NPおよびTEG-ACは群間に差が見られなかった。POMSは6つの因子により一時的な気分・感情を測定する検査である。POMS-TA(p=0.0012)、POMS-F(0.0049)およびPOMS-D(p=0.0029)では②群と③群が最も高く、①群が最も低かった。POMS-V(p=0.0081)では、①群が最も高く、POMS-AHおよびPOMS-Cでは有意な差が見られなかった。

MCSを疑う患者15名への負荷試験の結果、症状を訴える患者はいたが、ブランク濃度の負荷においても同様な症状を訴えるとともに、検査所見の変化や臭いにより負荷の有無を正しく感知できた患者はおらず、15名全員陰性と判定した。また、ホルマリン特異的IgEおよびホルマリンのパッチテストが陽性のSHS患者においても負荷試験の結果は陰性であった。さらに、ボランティアにおけるホルムアルデヒド負荷による血中濃度の上昇は見られなかった。

7. 保健所のシックハウス症候群相談体制に関する研究

11月21日までに436の保健所から回答が得られた(回答率82.3%)。

(1) SHSに関する相談体制：SHSに関する相談窓口を設置しているのは357所(81.9%)であった。相談窓口や担当部署の職員にSHSに関する知識を習得させているのは271所(75.9%)であった。相談窓口を設けていない理由は「相談がほとんどないから」が最も多かった。

相談の対象は、「所轄地域内の個人居住者」が91.6%(327所)、「学校や公民館などの公共施設

関係者」(38.9%、139所)、「建築・内施工業者」(27.5%、98所)であった。

相談や対応に対して、他機関と連携体制があるのは167所(38.3%)であった。連携先機関は、「居住(室内)環境測定を行う技術のある機関」が77.2%(129所)、「他の保健所や行政窓口など他の相談機関」が37.7%(63所)であった。今後連携したい機関は、「SHSの診断が可能な機関」が69.0%(301所)、「環境測定を行う技術のある機関」が55.5%(242所)であった。

(2) SHSに関する相談対応の実績：居住(室内)環境に関する相談を受けた経験を持つ保健所は297所(68.1%)であった。平成18年度の平均相談件数53.7件であり、このうちSHSが強く疑われるか、SHSと診断された平均件数は0.9件であった。

相談を受けて、職員が居住(室内)環境の測定を行うのは136所(45.8%)、環境測定が可能な他機関を紹介するのは81所(27.3%)、また、相談者の訴える症状に対して専門家のいる医療機関を紹介するのは140所(47.1%)であった。相談者の訴えが居住(室内)環境に起因すると判明したとき、職員による生活上の注意事項を説明するのは238所(80.1%)であった。

SHSに関する情報提供を行っているのは全体の39.0%(170所)であり、その手段は「パンフレット」が最も多かった(122所71.8%)。

(3) SHSに関する相談対応のニーズ：相談対応に際し、困難を感じているとの回答は286所(65.6%)からあった。その内容としては、「職員研修の機会がないこと(64.7%)」、「予防方法や生活上の注意などの情報収集が困難(61.9%)」、「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(57.7%)」、「専門機関との連携を図ることが困難(39.2%)」が挙げられた。

相談窓口の充実に向けて必要な情報として、「住環境改善の手段や改善事例に関する情報(70.4%)」、「原因物質および原因物質を含有している建材や生活用品に関する情報(68.3%)」、「簡便な自己診断チェックシート(61.2%)」、「いわゆる『化学物質過敏症』や他のアレルギー疾患との相違点に関する情報(55.5%)」など

が挙げられた。

8. 保健所等の相談窓口で使用するマニュアルの作成

本マニュアルは、第1章 マニュアルの活用方法と相談フローチャート、第2章 疾病概念・疫学・自覚症状、第3章 原因と発生源そして対策、第4章 住宅等の環境測定、第5章 症状の出た住宅や職場などへの支援、第6章 内容別相談と回答例から構成され、SHSの実態と予防対策、支援組織等について述べた。

D. 考察

1. 一般住宅を対象とした全国規模のシックハウス症候群に関する疫学調査研究

1) 統一調査プロトコルによる全国6地域調査

SHS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。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。質問票の住居項目では結露、水漏れ、タオルの乾きにくさ、芳香剤使用、蚊取用薬剤の使用など、健康項目では家のにおい、家具のにおい、空気の汚れ、睡眠不十分や目覚めの悪さ、喫煙、ストレスなどがシックハウス症状と関連していた。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。地域ごとでは、Propionaldehyde、総コロニー数、*Arthrinium sp.*、*Cladosporium*属、*Eurotium*属、*Fusarium*属、ダニアレルゲンなどがシックハウス症状と関連していた。MVOCについては、低濃度であるものの3-Methyl-1-butanol や 1-Pentanol は検出率が50%を超えており、住宅の室内汚染の要因となる可能性が考えられた。フタル酸エステル類等も高い検出率で住宅から検出され、フタル酸ジブチル、フタル酸ジイソノニル、リン酸トリス(2-クロロエチル)といくつかの物質がシックハウス症状と関連していた。

2) MVOCに関する全国調査

全国6個所の調査では、MVOCのうち2-Pentanolが室内空気に含まれることで、SHS症状に影響することが示された。2-Pentanolは、壁・窓の両者に結露が見られる住居での濃度が高く、結露ができた壁の建材中に真菌などの微生物が生育している可能性がある。

3) 寒冷地住宅の特徴とSHSに関する調査

北海道地区の場合、寒冷地であるため、住宅の気密性が高く、窓の開放、隙間風のような自然換気に依存する割合が低いと考えられる。札幌市の有訴率が他地域より高いことから、住宅の気密性が室内空気質に影響している可能性がある。

4) 西日本地区における有機リンと殺虫剤とSHSに関する研究

西日本地区の殺虫剤による室内空気汚染についての調査では、前年度の札幌市の調査に比べて殺虫剤の使用頻度が高く、住居内での防アリ剤、ゴキブリや蚊の駆除剤など、薬剤の使用があった家屋での室内空気濃度が高いことが示された。

5) 症例研究

南岡山医療センターアレルギー科との共同研究において、症例1では対象とした化学物質の気中濃度はいずれも低濃度であったが、これはすでに部屋の換気を十分しているためであると考えられた。したがって、症状が出始めた頃にはもっと濃度が高かった可能性、測定対象以外の物質が原因である可能性もあり、原因の特定には至らなかった。症例2では対象者本人の寝室において、p-Dichlorobenzeneが指針値を超えていた。この物質は防虫剤の主成分として有名で、リフォームしてから時間が経過しているのに症状がまだ見られ、これが原因の一つである可能性が示唆された。

6) 室内VOCにおける個人曝露濃度と尿中濃度との関係についての検討

尿中VOC濃度：尿中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。

VOC個人曝露濃度：p-DichlorobenzeneやLimoneneなどの防虫剤や芳香剤に使用される成