

シックハウス症候群の診断基準の検証に関する研究
—室内環境汚染の観点から—

研究分担者 長谷川真紀（国立病院機構相模原病院臨床研究センター）
研究協力者 大友 守（国立病院機構相模原病院臨床研究センター）
研究協力者 三田 晴久（国立病院機構相模原病院臨床研究センター）

研究要旨：化学物質によるシックハウス症候群の診断基準が厚生労働科学研究、相澤班、秋山班の合意事項として発表された。我々是我々の施設に受診した患者のうち、合意事項を満たし、かつ環境調査を施行している患者で、室内空気汚染とシックハウス症候群診断との関係を検証した。当該患者 63 名のうち、環境汚染が認められたのは 18 名（29%）であった。そのうち 11 例が防虫剤である p-ジクロロベンゼンによる汚染であった。汚染が認められた例の中に汚染状況と症状発現が一致しない例が認められた。汚染が認められなかった例の中にも、症状が発現する場所と、しない場所の間に化学物質的環境の差がみられない例が多数見られた。化学物質汚染と症状の発現が診断の必要条件であれば、合意事項の 3 項目が満たされてもシックハウス症候群と診断できない例が多数あると推定された。

A. 研究目的

シックハウス症候群は疾患概念があいまいで、同じ言葉を違う意味を込めて使われることが少なくなかった。そこで厚生労働科学研究、相澤班、秋山班で合意事項として診断基準を設けた。診断基準は 4 項目あるが、現実には室内空気汚染を調べることができる例は少ないため、3 項目で診断されていると考えられる。我々の施設では passive sampling により環境調査をすることを受診患者に勧めており、かなりの例数の環境調査のデータがある。そこで、診断基準の 3 項目に合致する例で、環境調査を施行した例を集積して診断基準の検証をした。

B. 研究方法

対象は我々の施設をシックハウス症候群・化学物質過敏症を疑って受診した患者のうち、環境調査を希望した患者 101 名から抽出した。相澤班・秋山班の合意事項に照らし合わせて、室内空気汚染以外の 3 項目を満足する 63 名について検討した。男性 28 名（14～73 歳）、女性 35 名（19 歳～73 歳）であった。環境調査はアルデヒド類についてはシグマアルドリッチ製の

DSD-DNPH を用いて 24 時間の passive sampling を行い、高速液体クロマトグラフィーによって測定した。その他の VOC はシグマアルドリッチ製の VOC-SD を用いて、同じく 24 時間の passive sampling を行い、ガスクロマトグラフィー/質量分析計を用いて測定した。測定項目は、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、トルエン、キシレン、エチルベンゼン、スチレン、p-ジクロロベンゼンの 7 種類である。

C. 研究結果

環境汚染が認められたのは、男性 6 名、女性 12 名であった。男性では p-ジクロロベンゼンによる汚染が 3 名に、アルデヒドによる汚染が 3 名に認められ、女性では p-ジクロロベンゼンによる汚染が 8 名に、アルデヒドによる汚染が 4 名に認められた。アルデヒドによる汚染は最高値 $191\mu\text{g}/\text{m}^3$ （居住環境指針値 $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）であった。p-ジクロロベンゼンによる汚染は最高値 $3,337\mu\text{m}^3$ （居住環境指針値 $240\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）であった。2 カ所以上の環境測定を行った例の中には以下に示すように、症状を起こす場所と

起こさない場所の間で、汚染状況が整合性を持たない例が認められた。

例1 37歳女性 主訴：喘息発作、関節痛

新築マンションに入居したことをきっかけに発症、実家へ帰ると症状は治まる。

環境調査結果は以下の通りである。

場所	自宅	実家
ホルムアルデヒド	14	15
アセトアルデヒド	11	27
トルエン	22	ND
キシレン	ND	ND
エチルベンゼン	ND	ND
スチレン	ND	ND
p-ジクロロベンゼン	ND	647

ND not detected 単位 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

自宅マンションも実家もアルデヒドに関して差がなく、p-ジクロロベンゼンは実家の方が高値である。

例2 31歳 男性 主訴：のどの違和感、乾燥感

マンションを購入しようとしていて、そこに行くくと症状が出る。

場所	購入予定のマンション	居住しているマンション
ホルムアルデヒド	56	56
アセトアルデヒド	23	21
トルエン	ND	ND
キシレン	ND	ND
エチルベンゼン	ND	ND
スチレン	ND	ND
p-ジクロロベンゼン	ND	1,240

購入予定のマンションも居住しているマンションもアルデヒド類に差がなく、p-ジクロロベンゼンは居住しているマンションの方が高値

である。

例3 54歳 男性 主訴：偏頭痛

新築マンション入居をきっかけに発症

場所	寝室 (8月)	寝室 (9月、24時間換気off)
ホルムアルデヒド	ND	50
アセトアルデヒド	ND	37
トルエン	ND	29
キシレン	ND	ND
エチルベンゼン	ND	ND
スチレン	ND	ND
p-ジクロロベンゼン	ND	2,930

症状は9月の方が楽であるとのことであるが、化学物質的環境は9月の方が悪化している。

D. 考察

シックハウス症候群は疾患概念があいまいなまま人口に膾炙してしまい、同じ言葉を、立場によって違う意味を込めて使われることが少なくない。そのため、厚生労働科学研究においてはシックハウス症候群を取り扱う相澤班・秋山班において、シックハウス症候群診断についての合意事項が決められた。しかし、4項目の合意事項は室内環境汚染を除いては、病歴と自覚症状であり、それのみで診断することの危うさを持っている。室内気中の化学物質による不快な症状を狭義のシックハウス症候群とするなら、症状と化学物質環境の関係が確かめられなければならない。今回我々が示したデータは、合意事項に基づいて選択され、臨床症状からはシックハウス症候群と診断される例においても、必ずしも環境汚染が証明されるわけではないことを示している。測定されなかった化学物質による症状発現の可能性は残るものの、特に生体影響が強いとされているホルムアルデヒド、トルエン、キシレンについては測定しており、これらのものを除外した上で他の物質を考えることは妥当ではないと思われる。我々のデータはシックハウス症候群と診断されている患

者においても多くが over diagnosis されている可能性を示唆している。

E. 結論

狭義のシックハウス症候群を室内気中の化学物質による不快な症状ととらえるならば、環境測定は必須であり、自覚症状と病歴からのみ診断することは、over diagnosis の危険性をはらんでいる。

F. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

第 22 回日本アレルギー学会春期臨床大会
(H22. 5. 8～9) 予定

G. 知的財産権の出願・登録状況

なし

平成 21 年度厚生労働科学研究費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業）
分担研究報告書

ケミレスタウンを用いた診断・治療システムの構築および
シックハウス症候群の予防医学的対応を推進する人材の育成

研究分担者 森 千里 千葉大学大学院医学研究院 環境生命医学 教授

研究要旨

我々の研究は、環境改善型予防医学の実践的対応として、ケミレスタウン（化学物質削減住環境）を用いてシックハウス症候群の対応・治療するシステムの構築を目指し、さらに、このシステムを効率的に稼働させるための環境予防医学の知識と技術を持った人材の育成を試みることを目的としている。

本研究事業の初年度にあたる平成 21 年度は、以下(1)から(3)の研究の遂行を行った。(1) 各人がどれくらい化学物質に注意した生活を送るべきかの目安となる「ケミレス必要度テスト」にケミレスタウン・プロジェクトに興味ある方からウェブ上で回答いただき、その動向に関するデータ集積に務めた。なお、「ケミレス必要度テスト」は、前年度までに助成を受けた厚生労働科学研究費補助金（平成 18 年-20 年度）「シックハウス症候群の診断・治療法及び具体的対応方策に関する研究」の分担研究「ケミレスタウンを用いたシックハウス症候群の対応（治療）」において研究遂行した課題の一つである。(2) 予防医学的対応を行う人材育成プログラムの検討も進めた。本年度は「シックハウス症候群を知っていますか？—基礎知識から人材育成まで—」と題した講座を千葉大学柏の葉キャンパス（柏市）内のシックスクール対応の教室において開催し、これまで本研究事業において得られた知見を啓発することを目的に、シックハウス症候群に対応する人材への環境改善型予防医学の重要性について公開した。対象者は、シックハウス症候群に関する相談を受ける立場にある行政機関を中心に参加者を募った。(3) シックハウス症候群と住環境との関係について、一般の方を含めた社会的認知度を高めることを目的に、本プロジェクト内容を記したリーフレットを、柏の葉キャンパス内にあるケミレスタウン実証実験施設等への見学者に配布した。

A. 研究目的

近年、住宅の断熱性の向上でエネルギー効率は良くなったが、その一方で気密性が高くなったため、建材や家具等から放散される揮発性有機化合物による室内空気の汚染が進みやすく、シックハウス症候群が増加している。シックハウス症候群の原因となる物質は数多く患者によって異なるうえ、症状もさまざまである。諸症状に医学的対応をしても原因物質がある限り完治することは困難で、予防医学的対応が最も有効であると考えられる。この問題を解決すべく、我々は千葉大学柏の葉診療所に環境医学診療科を設置するとともに、シックハウス症候群の原因となる化学物質の放散を極力抑えた化学物質

低減住宅群を用いた産学連携研究「ケミレスタウン・プロジェクト」を進めている。

我々は本研究において、環境改善型予防医学の実践的対応として、ケミレスタウン（化学物質削減住環境）を用いてシックハウス症候群の対応・治療するシステムの構築を目指し、さらに、このシステムを効率的に稼働させるための環境予防医学の知識と技術を持った人材の育成を試みることを主目的としている。

本研究事業の初年度にあたる平成 21 年度は、以下(1)から(3)の研究遂行を行うものである。(1) 各人がどれくらい化学物質に注意した生活を送るべきかの目安となる「ケミレス必要度テスト」に回答いただき、その動向に関するデー

タ集積に務める。なお「ケミレス必要度テスト」は、前年度まで助成を受けた厚生労働科学研究費補助金（平成18年-20年度）「シックハウス症候群の診断・治療法及び具体的対応方策に関する研究」の分担研究「ケミレスタウンを用いたシックハウス症候群の対応（治療）」において研究遂行した成果の一つである。(2) 予防医学的対応を行う人材育成プログラムの検討も進める。(3) シックハウス症候群と住環境との関係について、広く社会的認知度を高めるための啓蒙活動を検討する。

B. 研究方法

平成21年度

1) ケミレス必要度テストのデータ集積

ケミレスタウン・プロジェクトに興味ある方から、本プロジェクトのHP上で本テストに参加いただき、その回答結果について分析する。

2) シックハウス症候群の対策への認知レベルの向上を目指した人材の育成

本年度は「シックハウス症候群を知っていますか？—基礎知識から人材育成まで—」と題した講座を千葉大学柏の葉キャンパス（柏市）内のシックスクール対応の教室において開催する。これはシックハウス症候群に対応する人材育成を目的とし、これまで本研究事業において得られた知見を情報公開し、環境改善型予防医学の重要性について講義を行う。対象者には、シックハウス症候群に関する相談を受ける立場にある行政機関を中心に参加者を募る。

3) シックハウス症候群と住環境との関係

シックハウス症候群と住環境との関係について、一般の方を含めた社会的認知度を高めるために、本プロジェクト内容を記したリーフレットを、柏の葉キャンパス内にあるケミレスタウン実証実験施設等への見学者に配布する。

C. 研究結果

平成21年度

1) ケミレス必要度テストのデータ集積

ケミレスタウン・プロジェクトに興味を示し、HP上で研究参加の承諾が得られた5510名のデータを収集した。現在、主にデータ整理

に着手し、その動向を精査している段階にある。

2) シックハウス症候群の対策への認知レベルの向上を目指した人材の育成

本年度の講義内容は、①シックハウス症候群の定義と現状、②シックハウス症候群の原因となる主な化学物質について、③シックハウス対策における建築材料について、④シックハウス症候群の予防医学的対応、の4つの話題であった。本講座への参加者は、主にシックハウス症候群に関する相談を受ける立場にある行政機関の専門性の高い職員であり、講義終了後には様々な質問が寄せられ、シックハウス症候群に対する関心の高さが感じられた。

3) シックハウス症候群と住環境との関係

本研究助成初年度となる今年度については、シックハウス症候群の相談・対応窓口となる行政担当者および医療従事者に加え、シックハウス問題に直面するケミレスタウン参画企業を含む建築メーカー関係者や一般人の方に、人材育成講座において用いた講義資料を配布することで、広く啓発することができた。

D. 考察

平成21年度

研究初年度であったため、ケミレス必要度テストのデータ集積をはじめとした本研究の成果に具体的根拠が乏しい感は否めないが、シックハウス症候群に対する予防医学的なアプローチとして最も大事な懸け橋といえる行政担当者および医療従事者に社会的認知レベルを向上させる試みに着目すれば、ある程度の成果が得られた。

加えて、ケミレスタウン実証実験施設への見学者に対しても、シックハウス症候群と住環境の関係について正しく伝えることできた。

E. 結論

平成21年度

ケミレスタウン（化学物質削減住環境）を用いたシックハウス症候群の対応（治療）システムの構築と予防医学的対応を行う人材育成のための研究の初年度として、シックハウス症候群に関する相談を受ける立場にある行政担当者および医療従事者に対する人材育成講座におい

て、シックハウス症候群に関する知見を提供したことに加え、各人がどれくらい化学物質に注意した生活を送るべきかの目安となる「ケミレス必要度テスト」の認知に繋げることができた。

F. 研究発表

平成 21 年度

1. 論文発表

(1) Nakaoka H, Todaka E and Mori C

An attempt to spread the concept of sustainable health science with environmental universal design for future generations. Proceeding of World Academy of Science, Engineering and Technology, 54: 133-135, 2009.

(2) 戸高恵美子, 森千里

特集：子どもと環境化学物質—病が“プログラム”される可能性 シックハウス症候群はなぜ減らないか—解決の道筋をつけるために
科学 79: 989-991, 2009.

(3) 戸高恵美子

ケミレスタウン—化学物質の人体汚染への対策
Endocrine Disrupter News Letter, 12: 2, 2009.

(4) 中岡宏子

「ケミレス必要度テスト」ウェブサイト上公開の試み—シックハウス症候群の予防のために—
Endocrine Disrupter News Letter, 12: 3, 2009.

(5) 森千里

“ケミレス”環境医学—化学物質を削減した社会づくりはじめに
医学のあゆみ 228: 747-748, 2009.

(6) 戸高恵美子, 森千里

“ケミレス”環境医学—化学物質を削減した社会づくり 環境改善型予防医学の実践—ケミレスタウン・プロジェクト
医学のあゆみ 228: 749-753, 2009.

2. 学会発表 (招待講演含む)

(1) H. Nakaoka, E. Todaka, M. Hanazato and C. Mori : Development of self-check software on the website to prevent sick building syndrome. ISES 2009 annual conference: transforming exposure science in the 21st century (Minneapolis, Minnesota, USA)

(2) E. Todaka, H. Nakaoka, M. Hanazato and C. Mori : Two hundred and fifty micrograms/m³ is the safe level of the total volatile organic compounds. ISES 2009 annual conference: transforming exposure science in the 21st century (Minneapolis, Minnesota, USA)

(3) E. Todaka : Chemiless town project- town planning for future generations.

International workshop on health, environment and town/life planning for sustainable welfare society (Kashiwa, Chiba, JAPAN)

(4) C. Mori : Town of public health project and sustainable health science.

International workshop on health, environment and town/life planning for sustainable welfare society (Kashiwa, Chiba, JAPAN)

(5) 森千里 : 1884-2009 鷗外が出会った衛生学とその後の日本での環境予防医学の発展 (特別講演) フンボルト大学森鷗外記念館 (Berlin, Germany)

(6) M. Hanazato, E. Todaka, H. Nakaoka, H. Seto and C. Mori : A suggestion of “Healthy School” with lowvolatile organic compounds (VOCs). 46th Congress of the European societies of toxicology (Dresden, Germany)

(7) H. Nakaoka, E. Todaka, M. Hanazato and C. Mori : Development of self-check software on the website to screen high-risk group of sick building syndrome. “Healthy School” with lowvolatile organic compounds (VOCs). 46th Congress of the European societies of toxicology (Dresden, Germany)

(8) 森千里 : 胎児の複合汚染とアレルギー疾患との関連、そして次世代の健康を守るための化学物質の健康診断システム (シンポジウム「子どもと免疫」). 第 16 回日本免疫毒性学会学術学会 (旭川市民文化会館 : 旭川市)

(9) 中岡宏子, 戸高恵美子, 花里真道, 森千里
ウェブサイト上のシックハウス症候群予防のための化学物質感受性スクリーニング “ケミレス必要度テスト” の有効性について第 16 回日本免疫毒性学会学術学会 (旭川市民文化会館 : 旭川市)

(10) 戸高恵美子, 中岡宏子, 花里真道, 森千里 : 難燃剤を含めた室内空气中揮発性化学物質

(VOC) によるシックハウス症候群の現状と対策. 第 16 回日本免疫毒性学会学術学会 (旭川市民文化会館: 旭川市)

(11) 花里真道, 戸高恵美子, 中岡宏子, 森千里: 化学物質による健康影響を予防するためのまちづくりの提案. 第 16 回日本免疫毒性学会学術学会 (旭川市民文化会館: 旭川市)

(12) 花里真道, 戸高恵美子, 中岡宏子, 瀬戸博, 森千里: ケミレスタウン・プレハブ実験棟における室内揮発化学物質の遮蔽および低減方法に関する研究. 第 18 回日本臨床環境医学会学術集会 (山陽新聞本社ビル: 岡山市)

(13) 戸高恵美子, 中岡宏子, 森千里: 予防医学を考慮した「環境ユニバーサルデザイン」による街づくりの必要性—ケミレスタウンを例に— 第 18 回日本臨床環境医学会学術集会 (山陽新聞本社ビル: 岡山市)

(14) 中岡宏子, 戸高恵美子, 花里真道, 森千里: シックハウス症候群予防のための化学物質感受性スクリーニング“ケミレス必要度テスト”のウェブサイト上での開発第 18 回日本臨床環

境医学会学術集会 (山陽新聞本社ビル: 岡山市)
(15) H. Nakaoka, E. Todaka and C. Mori: An attempt to spread the concept of sustainable health science with environmental universal design for future generations. World academy of science, engineering and technology (Paris, France)

(16) E. Todaka, K. Matsushita, H. Nakaoka, M. Nakazato and C. Mori: "Chemiless house" as an example of a house under the concept of the "environmental universal design" for children's health. 3rd WHO international conference on children's health and the environment (Busan, Korea)

(17) H. Nakaoka, E. Todaka, A. Fukuhara, Y. Kondo, M. Ishikiriya, M. Nakazato and C. Mori: Necessity of "chemiless lecture room" for healthy school environment. 3rd WHO international conference on children's health and the environment (Busan, Korea)

シックハウスにおける継続観察と症状改善手法に関する実証的研究

研究分担者	吉野 博	東北大学大学院工学研究科都市・建築学専攻
研究協力者	安藤 直也	東北大学大学院工学研究科都市・建築学専攻
	池田 耕一	国立保健医療科学院建築衛生部
	野崎 淳夫	東北文化学園大学大学院健康社会システム研究科
	角田 和彦	かくたこども&アレルギークリニック
	北條 祥子	尚絅学院大学生生活環境学科
	吉野 秀明	株式会社 環境技術ソリューション
	天野健太郎	竹中工務店技術研究所
	石川 哲	北里研究所臨床環境医学センター

研究要旨

過去 9 年間の調査に基づき、宮城県内のシックハウス症候群が疑われる症例を対象として、住宅の仕様や生活環境の違いによる化学物質濃度を比較した。また、12 軒の住宅を対象に、化学物質・微生物汚染による総合的な室内環境調査を実施した。シックハウス症候群を発症する時期と化学物質濃度を比較した結果では、明確な関係は見られなかったが竣工直後に高濃度であるほど、症状を直後に発症しやすい傾向が見られた。住宅や生活行為と室内化学物質濃度を比較した結果では、戸建より集合住宅の方が濃度が高く、何らかのシックハウス対策を行った方が化学物質濃度が低く、衣類用防虫剤、ワックスの使用等の生活用品の使用により化学物質濃度が高濃度になることが確認された。化学物質・微生物汚染による贈号的な室内環境調査を実施した結果では、複数の住宅で室内に真菌が発生している可能性が示唆された。また半数の住宅でアレルギー感作数値の $2 \mu\text{g}/\text{g dust}$ を上回っていたため、症状に発症に影響を及ぼしている可能性が高いと考えられる。気管・粘膜症状に関して、重度に影響する物質として p-ジクロロベンゼン、TVOC、総浮遊真菌濃度が関係していた。

A. 研究目的

シックハウス問題に関しては、被害の深刻さと社会的関心の高さから、今日までに産官学の各分野で様々な調査研究が進められ、建築基準法の改正も含めて各種の対策が講じられてきた¹⁾。調査研究として、居住者の健康と関連させた継続的な室内環境の調査は極めて少なく、シックハウスと称される住宅における汚染の実態や居住者の健康状態に関する資料は決して多くないのが現状である。

そこで本研究では、仙台・塩釜地区を中心に工学、医学、疫学、心理学の専門家による研究班を作り、当該地区において、医師の診察等により化学物質の影響で健康被害が生じたと疑われた患者とその住宅を対象として、長期継続的

な室内空気中の化学物質濃度や換気性状の測定調査、住環境および居住者の健康状態に関するアンケート調査、を実施した。本稿では、9 年間の調査データの統計解析結果と 2009 年度の調査事例について報告する。

B. 研究方法

1. 調査対象住宅

本調査は 2000 年から宮城県内のシックハウスが疑われる住宅 62 軒（継続調査：30 軒）を対象として実施した（表 1）。継続調査の内訳は 2 ケ年：19 軒、3 ケ年：6 軒、4 ケ年：3 軒、6 ケ年：2 軒となっている（表 2）。

いずれの住宅にも、医師の診察等より化学物質の影響で健康被害が生じたと疑われる者、過

去のアンケート（1999年に実施した女子大生とその親を対象としたアンケート調査、及び講演会等の聴講者に協力してもらったアンケート調査）により化学物質過敏症の疑いがあるとされた者が居住している。調査期間は、1年を通して最も化学物質濃度が高くなると考えられる夏期を中心に5月から11月とした。

2. 室内環境測定調査

室内環境の測定項目は①気中化学物質濃度、②浮遊真菌濃度（2007年から）、③温湿度、④換気量、⑤換気システムの風量測定、⑥気密性能（④～⑥は一部の住宅）である。

測定対象物質は、カルボニル化合物（ホルムアルデヒド、アセトアルデヒドの2種類）、VOC（トルエン、キシレン、p-ジクロロベンゼン等、全28種類）である。カルボニル化合物は、DNPH（2,4-dinitrophenylhydrazine）カートリッジ（Waters社製 Sep-Pak XPoSure Aldehyde Sampler）^{2) 3)}を用いて、0.1L/minの通気量で24時間アクティブサンプリング^{注1)}し、アセトニトリル4mlで溶媒抽出後、HPLCにより定性・定量分析を行った。VOCは、粒状活性炭チューブ（柴田科学(株)製 Charcoal Tube Jumbo）⁴⁾を用いて、0.3L/minの通気量で24時間アクティブサンプリングし、溶媒抽出後、GC/MSにより定性・定量分析を行った。測定点は、カルボニル類、VOCに関しては、居住者の滞在時間が長いと考えられる居間と寝室と、具合が悪くなる・においがきつい等の部屋の室内3箇所と、外気の汚染空気の流入の可能性を調査するために計4点である。

発生源の特定を目的として、試料空気のサンプリングは居住状態で実施したが、危険側の状況を再現するために、窓等の外部開口部や間仕切りは可能な限り閉鎖することを条件とした。なお、カルボニル化合物は東北文化学園大学大学院健康社会システム研究科、尚絅学院大学生活環境学科、国立保健医療科学院建築衛生部、VOCは東スリーエス株式会社研究開発分析室、株式会社住化分析センターに分析を依頼した。化学物質濃度の測定風景を写真1に示す。

調査期間中の室内および室外の温度・湿度は小型温度湿度データロガー（(株)ティアンドデ

ィ社製、おんどとりRH）を用い測定した。

住宅の気密性能測定に関しては、気密測定器（コーナー札幌社製 KNS-400）を用いて、減圧法^{注2)}により測定した。居室の窓の開口部に送風機を設置して排気を行い、その際に生ずる室内外差圧と風量を測定した。測定中、外部開口部はすべて旋錠をし、台所やトイレ等の局所ファン、および機械換気システムは運転を中止した。この結果を用いて、室内外差圧が1mmAq時の単位床面積あたりの隙間相当開口面積 $\alpha A'$ を算出し、気密性能を評価した。気密測定中の様子を写真2に示す。

住宅の換気量測定に関しては、一定濃度法によって各室の外気導入量を測定した。測定にはマルチガスモニターとサンプラードーザー（B&K社製1302、1303）⁵⁾を使用した。測定の際には、注入したSF₆トレーサーガスが、可能な限り均等に分布するように攪拌用ファンを用いた。さらに、広い部屋ではSF₆の注入チューブの分岐を行って、室内のSF₆濃度を5ppmとなるように発生量を制御した。この他、住宅の換気量測定に関しては、機械換気システムを設置している住宅では、風量測定器（コーナー札幌社製 Swema Flow65）⁵⁾を用いて、システム給排気口の風量を測定した。

3. 居住環境および健康状態に関するアンケート調査

調査に用いたアンケートは、「住まい手のための問診票（表3）」、「QEESI問診票（表4）⁶⁾」の2種類である。「住まい手のための問診票」は住環境の実態を明らかにすることを目的としており、建物概要（構造、平面、使用建材等）や住まい方（薬剤使用、換気状況等）に関する情報が含まれている。「QEESI（Quick Environmental Exposure and Sensitivity Inventory）問診票」は、居住者の健康状態、ならびに化学物質に対する過敏性等に関する情報を得ることを目的としている。

質問項目は全5項目で、各項目に10個の質問がある。「マスクング」を除く4つの質問項目に関しては、それぞれの質問に対して0～10点（0点：まったく反応なし、5点：中等度の反応、10点：動けなくなるほどの症状）で自己評価し、その合計点数を算出する。「マ

スキング」では、「はい」もしくは「いいえ」で回答する形となっている。10歳未満の子供については、保護者が代わりに回答した。

アンケート調査と平行して、居住者の方への入居前・入居後の動向や症状に関するヒアリング調査を行った。

4. 個人情報に対する配慮

データの個人情報に対する配慮として、事前に調査の目的以外にはデータを使用しないことを説明し、回収したアンケートについては、国立大学法人東北大学個人情報保護規程により適切に処理し、一括保存した。調査後は、化学物質濃度測定結果、換気量測定結果等、全ての調査結果を記載した上で、専門家としての改善方法を記入した報告書を、調査協力者に送付した。

C. 研究結果

1. 2008年度室内環境測定調査ケーススタディ

2000年～2008年度の調査結果に基づき、化学物質濃度と症状の発症時期や居住者の発症者割合との関連性を検討した。

1.1 分析対象

2000年から2008年の9年間に亘って調査を行い、248名(延べ435人)の協力が得られた。調査員の問診によって、①「新築またはリフォーム住宅入居後(約1年以内)に症状が悪化もしくは発症した」、②「家の中にいる時に症状が発現する」という回答が得られた108名(43.5%)を「シックハウス症候群(以下SHS)」群とした。なお、この判定は、化学物質濃度とQEESI問診票の結果はブランク状態下で行われている。他の居住者は住宅以外が発症原因である50名(20.2%)と自覚症状のない90名(36.4%)に分類した。また、1住宅において、一人でも「SHS」の居住者がいる住宅41軒111室を「SH」とし、一人も「SHS」の居住者がいない住宅24軒69室を「non-SH」と分類した。ここでは、シックハウスと疑われた住宅41軒を対象とする。

1.2 発症者割合と化学物質濃度

シックハウス症候群発症者(以下SHS)の発症者割合と化学物質濃度の関連性を検討した結果を図1、2に示す。ここでは、全居住者数

が大きく影響することを考慮するため、4人以上の居住者がいる31軒を対象とした。尚、グラフ上では居住者が4人と5人以上の住宅を分けて示している。

ホルムアルデヒド濃度に関しては、4人居住している住宅において全員発症している住宅では、濃度が $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上であった。しかし、低濃度の環境下でも発症割合が100%の住宅が見られることから、ホルムアルデヒド・TVOC濃度共に発症者割合との間に明確な関連は見られなかった。これには、シックハウス症候群は急性毒性とは違い、個人属性が大きく影響してくることが考えられる。

1.3 発症時期と化学物質濃度

シックハウス41軒に関する症状の発症時期と化学物質濃度の関係を図3、4に示す。発症から化学物質濃度の測定までの時間は住宅によって差異があるが、ここでは考慮していない。

ホルムアルデヒド濃度に関しては、若干ではあるが1ヶ月後発症から徐々に濃度が低くなる傾向になった。竣工直後に高濃度であるほど、症状を直後に発症しやすく、1年後に発症する居住者の場合は、竣工直後から1年後までの長期低濃度曝露が影響している可能性が考えられる。

TVOCに関しては、竣工から発症時期までの期間が長いほど低濃度になる傾向が見られた。これはTVOCに関しては比較的竣工直後に短期間で放散することが要因であると考えられる。半年～1年後に症状を発症している居住者はホルムアルデヒド同様に長期低濃度曝露で発症した可能性が考えられる。

2. 化学物質濃度に関わる住宅・部屋要素、居住者行動

シックハウス41軒(測定部屋:111室)に関して、住宅や生活行為と室内化学物質濃度を比較した。

2.1 分析方法

目的変数となる化学物質濃度は、指針値・暫定目標値が定められている6物質(ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、トルエン、エチルベンゼン、キシレン、p-ジクロロベンゼン)とTVOCとし、TVOCについてはトルエン、エチルベンゼン、キシレン、p-ジクロロベン

ゼンを除外した TVOC (以後 TVOC 除と表記) も検討する。説明変数となる居住環境要因は、アンケートおよび実測調査で得られた 33 項目とする。検定方法については、化学物質濃度には外れ値が存在し正規分布をとらないこと、データ数が比較的少ないことを考慮してノンパラメトリック検定を採用した。有意差の認められたものに関しては、表中に * を付記する。(† $p < 0.1$, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$)。総計処理には PASW Statistics 18.0 を用いた。なお、カテゴリー変数が 3 つ以上の要因については、「ボンフェローニの不等式による修正」を利用し、ノンパラメトリック検定による多重比較を行った。有意確率は、* $p < 0.05$ /カテゴリー数、** $p < 0.01$ /カテゴリー数、*** $p < 0.001$ /カテゴリー数として評価し、表に記載した。

2.2 化学物質濃度と住宅要素の関連性

住宅要素ごとに化学物質濃度を比較した結果を表 5 に示す。なお、表中の数値は中央値を示している。

住宅概要では、集合住宅および RC・SRC 造の住宅で有意にトルエン、エチルベンゼン、キシレンが高い値となった。築・リフォーム後年数では、ホルムアルデヒドとアセトアルデヒドは 3 年以上の方が、一方で TVOC と TVOC 除は 3 年未満の方が濃度が高い。一般に建材から発生する化学物質は年数の経過とともに低減する傾向があるが、ホルムアルデヒドやアセトアルデヒドは内部拡散型の物質であり、時間をかけて徐々に室内に放散する性質を持っていることが影響していると考えられる。また、住宅を建築する際に何らかのシックハウス対策を行った住宅において有意にホルムアルデヒド、トルエン、エチルベンゼン、キシレンの値が低かった。

住宅の薬剤処理等に関する項目では、防蟻処理、木材保存処理、木製デッキ保存処理を行っている住宅で TVOC と TVOC 除の濃度が有意に高い値となった。

部屋条件に関しては、和室において p-ジクロロベンゼンと TVOC が、また、2 階室でホルムアルデヒド、トルエン、キシレンの濃度が有意に高い値となった。

内装使用では、ホルムアルデヒド、トルエン、

エチルベンゼン、キシレンと床仕上げに有意な関連性が見られた。無垢材の住宅では他材料と比較しても濃度が低い値となっている。壁仕上げでは、ホルムアルデヒド、エチルベンゼンと有意な関連性が見られた。塗り壁の住宅では、濃度が低い傾向であった。

換気性状に関しては、トルエンとキシレンにおいて機械換気システムの方が有意に濃度が低い値となった。p-ジクロロベンゼン濃度は気密性が高い住宅 ($2 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ 未満) が有意に濃度が高かった。換気システムの「自然」「機械」や換気回数の「0.5 回/h 未満」「0.5 回/h 以上」で濃度に差は見られなかった。

測定時状況では、ホルムアルデヒド濃度は室温が高い方が、トルエン、エチルベンゼン、キシレン、TVOC は測定時の窓開け換気が無い方が有意に高い値となった。窓明け換気により室内濃度が低減したものと考えられる。夏季の測定ということで、エアコンを使用していた住宅の方が有意に濃度が低い傾向が見られた。

2.3 化学物質濃度と生活行為の関連性

生活要素ごとに化学物質濃度を比較した結果を表 6 に示す。普段の生活における窓あけ換気状況については、頻繁に行うという回答をしていた住宅の方が、有意にエチルベンゼン濃度が低かった。

生活薬品の使用状況については、p-ジクロロベンゼン系の防虫剤を使用している住宅では有意に p-ジクロロベンゼン濃度が高く、また、ワックスを使用している住宅では、有意にトルエン、TVOC 濃度が高い値となった。

3. 化学物質・微生物曝露による健康影響評価

近年ヨーロッパを始めとして建物におけるダンプビル問題、微生物汚染と健康影響との関連性が指摘されている。住宅の温熱快適性の向上と共に、微生物の生育にも適した環境になり、化学物質による空気質汚染と共に微生物の繁殖しやすい環境になっていることも報告されている。

そこで 2007 年～2008 年に宮城県内のシックハウスと疑われた住宅 8 軒 (2 回測定実施 1 軒)、および主に症状がアレルギー性疾患のみの住宅 3 軒に関して化学物質・微生物汚染による総合的な室内環境調査を実施した。

3.1 分析対象概要

対象は2007年～2008年に行ったシックハウス実態調査住宅11軒42名(延べ12軒46名)であり、分析対象を表7に示す。調査対象中、全住宅で何らかのアレルギーを有している。

調査期間は2007年～2008年の夏季から秋季にかけて行った。ただしダニアレルゲン量の測定は2008年10月～11月に実施した。詳しい測定方法を表8に示す。

3.2 調査結果

(1) 化学物質濃度測定結果

図5、6にホルムアルデヒドとVOCの測定結果を示す。ホルムアルデヒドに関しては指針値を超過する住宅はなかった。VOCに関しては、1邸、5邸、7邸において暫定目標値 $400\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超過していた。物質毎にみると、p-ジクロロベンゼンが5邸の寝室で指針値を超過した。

(2) ダスト中ダニアレルゲン量の測定結果

ダニアレルゲン濃度のDer1とDer2の測定結果を図7に示す。9邸は居間でDer1 = $16.66\mu\text{g}/\text{g dust}$ と喘息閾値の $10\mu\text{g}/\text{g dust}$ を大きく上回った。この住宅の児童全員が喘息患者であり、症状の発症に影響を与えている可能性が高い。他の住宅でもアレルギー感作数値である $2\mu\text{g}/\text{g dust}$ ⁷⁾を超過する割合が高く、住宅におけるダニ汚染が深刻化しているといえる。

(3) 浮遊真菌濃度測定結果

図8に浮遊真菌濃度の測定結果を示す。日本の住宅内の浮遊真菌濃度の基準はないが、ヨーロッパWGの提案では $1000\text{CFU}/\text{m}^3$ が高濃度とされている⁸⁾。この提案値と比較すると室内で $1000\text{CFU}/\text{m}^3$ を超過した住宅は7軒みられた。このうち2軒5室では $2000\text{CFU}/\text{m}^3$ を超過していた。床下や浴室など高湿度環境になりやすい居室もあるが、居間や寝室などで比較的高濃度で検出されている住宅も何件か見られる。また居間や寝室の壁体内部で $1000\text{CFU}/\text{m}^3$ を超過する住宅もあり、壁体内部で真菌の発生が疑われる住宅もある。

また8軒の住宅で外気よりも濃度が高い。外気よりも濃度が高い場合、真菌の発生源は一般に室内にあると考えられるが、今回測定した住宅の多くで室内の発生源があると疑われた。また全体的に6邸の居間や8邸の和室のように、

居住者が日ごろから湿気が気になると申告している部屋は同住宅の他室と比較して高濃度の傾向にあった。

(4) 居住者の健康状態

健康に関するアンケート調査はQEESI問診票を用いた。居住者42名に関するQEESI問診票の中央値を図9に示す。気管・粘膜症状が最も高く、次いで腹部・消化器症状、情緒障害であった。気管・粘膜症状は、居住者42名のうち20名が気管・粘膜系アレルギー(気管支喘息、アレルギー性結膜炎、花粉症のいずれか)の既往歴があったためだと考えられる。皮膚症状に関しては、居住者によってばらつきが大きく、重度(10点)を訴える居住者も存在した。情緒障害に関しては、小児科医による判断では、多動が見られる児童が居住者に含まれていたためだと考えられる。

3.3 化学物質濃度・浮遊真菌濃度と居住者の健康状態

(1) 化学物質濃度・総浮遊真菌濃度の比較

ここでは、アレルギー症状として顕著な気管・粘膜および10症状の合計点数と化学物質・微生物との関連性を検討する。気管・粘膜症状については「重度(15名)/軽度(27名)」、症状合計は「中～重度(18名)/軽度(24名)」において化学物質濃度(ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、トルエン、エチルベンゼン、キシレン、p-ジクロロベンゼン、TVOC、TVOC(指針値4物質除)、総浮遊真菌濃度を比較した(ノンパラメトリック検定)。結果を図10、11に示す。

気管・粘膜症状はトルエン、p-ジクロロベンゼン、浮遊真菌濃度が有意に重度群において高濃度であった。また、症状合計においてはトルエン、p-ジクロロベンゼン、浮遊真菌濃度が中～重度群において高濃度であった。

(2) ロジスティック回帰分析

化学物質と浮遊真菌濃度がどの程度症状に影響を及ぼしているかを検討するために、多変量ロジスティック回帰分析を行った。

説明変数；

中央値で「超過；1/以下；0」に2分したホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、トルエン、p-ジクロロベンゼン、TVOC、浮遊真菌濃度(説明変数の選択には、ノンパラメ

トリック検定の結果、症状と関係があると疑われた物質、また、症状合計に関してはホルムアルデヒド濃度とした)とした。

結果を表9に示す。気管・粘膜症状、症状合計ともに、p-ジクロロベンゼン、TVOC、総浮遊真菌濃度が高濃度の方が症状が重度になるリスクが有意に大きかった。このことから、化学物質濃度とともに、浮遊真菌が居住者の気管・粘膜症状に影響を与えている可能性が示唆された。症状項目は、化学物質過敏症の症状である、頭部症状や神経・感覚障害などの項目も含まれているが、居住者はアレルギー疾患歴のある者が多く、皮膚症状、気管・粘膜症状の点数が合計に占める割合が高いため、同様の傾向がみられたと考えられる。

4. 2009年度室内環境調測定結果

2009年度に調査を行った住宅のうち、居住者の児童にアレルギー疾患を含む住宅1軒の真菌・微生物汚染の実態調査結果を示す。

①住宅概要(表10)：築30～40年のRC5階建集合住宅の3階を対象とした。窓サッシは二重構造になっており、気密性は非常に高いが、機械換気システムがないため、換気量は極めて少ない様子である。居住者から、家具や冷蔵庫の裏側での結露やカビの発生がひどいとのことであった。物が多く、掃除が行き届いていない様子であった。

居住者の児童(女子)の鼻炎がひどく、一年中症状が出る。またATS-DLD問診票の結果より、気道過敏症症状と花粉症様症状があると判定された。

②化学物質濃度測定結果(図12、13)：ホルムアルデヒドについては、指針値を超過する測定点はなかった。アセトアルデヒドについても同様の結果であった。VOCについても高濃度で検出される物質はなかった。

③ダスト中ダニアレルゲン濃度(図14)：Der p 1とDer f 1の総量であるDer1は、居間と寝室でそれぞれ12.82 $\mu\text{g}/\text{g dust}$ 、26.76 $\mu\text{g}/\text{g dust}$ であった。これは喘息閾値の10 $\mu\text{g}/\text{g dust}$ を大きく上回った。この住宅では床にカーペットを引いており、微生物の繁殖に適した梅雨期にかけてカーペット内でダニが発生しているものと考えられる。

④浮遊真菌濃度(図15)：今回は培地にDG-18とPDAの2種類用いて測定を行った。ヨーロッパWGの提案されている、カビが多いと判断される1000CFU/ m^3 を超過したのは、PDAの寝室とDG-18の居間と寝室であった。どちらも検出された菌種は同じであるが、DG-18の方が濃度が高い。また外気よりも室内の方が濃度が高いが、居住者が真菌の発生を申告しており調査結果とも一致する。

⑤ダスト中真菌濃度(図16)：ダスト中の真菌の定量的なデータがほとんど見当たらないため、今回の調査を比較することは困難であるが、寝室の方が濃度が高くなった。この住宅では子供の寝室で特に真菌が広範囲に渡って発生しているため、このような結果になったものと考えられる。

⑥まとめ：今回の調査では微生物濃度を中心に測定を行った。ダニアレルゲン濃度、浮遊真菌濃度共に高濃度で検出され、微生物汚染が著しく進行していた。これは特に子供の寝室では汚染が顕著であった。居住者の児童が粘膜や気道に症状を訴えていることから、高濃度で検出された真菌やダニアレルゲンが症状を発症・悪化させる要因になっている可能性が高い。

E. 考察と結論

過去9年間の調査に基づき、宮城県内のシックハウス症候群が疑われる症例を対象として居住者症状と化学物質濃度の変化の観察およびそれらに影響を与える要因を検討した。

- ・化学物質濃度と発症時期を比較した結果、明確な関係は見られなかった。
- ・住宅に関しては、戸建より集合住宅の方が濃度が高く、何らかのシックハウス対策を行った方が濃度が低かった。
- ・トルエン、キシレンは機械換気を設置している住宅の方が濃度が低かった。
- ・衣類用防虫剤、ワックスの使用等の生活用品の使用により化学物質濃度が有意に高濃度であった。
- ・複数の住宅で室内に真菌の発生が疑われる住宅が存在していた。また半数の住宅でアレルギー感作数値の2 $\mu\text{g}/\text{g dust}$ を上回っていた。
- ・気管・粘膜症状に関して、重度に影響する物

質として p ジクロロベンゼン、TVOC、総浮遊真菌濃度が関係していた。アレルギー疾患を持つ居住者が多いため、真菌がアレルゲンとして影響を及ぼしている可能性が考えられる。

以上の調査と統計分析の結果より、浮遊真菌濃度が症状の重度にも何らかの関連があるものと推察された。今後も化学物質と共に、微生物を含めた総合的な室内環境調査を実施し、実態を明らかにしていく必要がある。

F. 研究発表

1. 論文発表

吉野博、中村安季、池田耕一、野 淳夫、角田和彦、北條祥子、天野健太郎、石川哲、シックハウスにおける室内環境と居住者の健康に関する調査研究 —その1 宮城県内の62軒の住宅における調査結果—、日本建築学会環境系論文集、第641号、pp.803-810、2009.7

2. 学会発表

安藤直也、吉野博、池田耕一、野 淳夫、角田和彦、北條祥子、吉野秀明、長谷川兼一、天野健太郎、石川哲、化学物質・微生物等の住環境と居住者の症状に関する実測調査その3 宮城県における実測調査結果、第18回日本臨床環境医学会学術集会、pp.57、2009.7

謝辞

今回の研究を進めるにあたりご協力頂きました関係者ならびに室内環境調査にご協力頂いた居住者の方々に厚く御礼申し上げます。

注釈

注1) 住宅の気密性能の測定で、送風機を用いて室内の空気を排出し、室内側を負圧にし、通気量と室内外の圧力差から住宅のすきま量を求める方法を減圧法という。

注2) 2000～2006年までは24時間パッシブサンプリングで測定した。

参考文献

1) 室内化学物質空気汚染の解明と健康・衛生

居住環境の開発：平成10～12年度 文部科学省 科学技術振興調整費生活者ニーズ対応研究生活・社会基盤研究

- 2) Waters: 「Sep-Pak DNPH シリーズ アルデヒドサンプラーマニュアル 2002-2003年版」、2002.12
- 3) Naohide Shinohara, Kazukiyo Kumagai, Naomichi Yamamoto, Yukio Yanagisawa, Miniru Fujii, Akihiro Yamasaki: Field Validation of an Active Sampling Cartridge as a Passive Sampler for Long-Term Carbonyl Monitoring, Journal of Air & Waste Management Association, Vol.54, pp.419-424, 2004.4
- 4) 野崎淳夫、折笠智昭、吉澤晋：開放型石油暖房器具からのVOCの発生 開放型燃焼器具からのガス状汚染物質の発生に関する研究（その1）、日本建築学会環境系論文集、第591号、pp.31-35、2005.5
- 5) 吉野博、三原邦彰、三田村輝章、鈴木憲高、熊谷一清、奥泉裕美子、野口美由貴、柳沢幸雄、大澤元毅：居住状態の住宅24戸における3種類の方法による換気量測定、日本建築学会技術報告集、20号、pp.167-170、2004.12
- 6) Sachiko Hojo, Hiroaki Kumano, Hiroshi Yoshino, Kazuhiko Kakuta, and Satoshi Ishikawa: Application of Quick Environment Exposure Sensitivity Inventory (QEESI[®]) for Japanese population: study of reliability and validity of the questionnaire. Toxicology and Industrial Health 2003, 19, pp.41-49.
- 7) Platts-Mills et al: Is there a dose-response relationship between exposure to indoor allergens and symptoms of asthma?, J Allergy Clin Immunol, Vol.96, pp.435-440, 1995
- 8) ECA (European Collaborative Action "Indoor Air Quality and its Impact on Man", COST Project 613), 1993a. Biological particles in indoor environments. Report No.12, EUR 14988 EN. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.

表1 調査対象住宅の年度別内訳（全62軒）

期間		調査住宅数	回答者数／居住者数
2000年	5～10月	23軒	45／106名
2001年	6～10月	33軒	137／139名
2002年	7～10月	13軒	55／59名
2003年	8～11月	10軒	38／46名
2004年	8～9月	8軒	34／37名
2005年	8～9月	10軒	49／51名
2006年	8～9月	7軒	29／29名
2007年	8～10月	7軒	26／26名
2008年	10月	2軒	8／8名
合計		延べ：116軒 （新規：62軒）	延べ：421／501名 （新規：238／262名）

※1 31軒で複数回実施(2ヶ年:20軒、3ヶ年:6軒、4ヶ年:3軒、6ヶ年:2軒)

※2 2000年は症状を訴える居住者のみ、2001年以降は全居住者が対象

表2 追跡調査の実施状況（30軒）

継続 住宅№	初回 築年数	調査 回数	調査年								QEESI継続データ数 ／全居住者数	
			2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007		2008
1	3ヶ月	4	◎		○	○	●					4／4
2	2年7ヶ月	2	◎					●				1／4
3	5年10ヶ月	2	◎					●				4／6
4	3年6ヶ月	2	◎		●							3／4
5	1年4ヶ月	4	◎	○	○				●			4／5
6	5ヶ月	2	◎	●								0／3
7	2年4ヶ月	6	◎	○	○	○	○	●				5／5
8	2年3ヶ月	4	◎	○		○			●			5／5
9	17年7ヶ月	3	◎	○				●				6／6
10	2年6ヶ月	2	◎	●								2／4
11	2年0ヶ月	2	◎	●								2／5
12	12年9ヶ月	2	◎	●								2／3
13	7年1ヶ月	6	◎	○	○	○	○	●				7／8
14	1年4ヶ月	2	◎					●				1／7
15	2年11ヶ月	3	◎	○		●						3／4
16	9ヶ月	2		◎					●			6／6
17	30年3ヶ月	2		◎	●							3／3
18	5ヶ月	3		◎	○				●			4／4
19	6年2ヶ月	2		◎				●				4／5
20	1年9ヶ月	3		◎		○	●					3／3
21	6ヶ月	3		◎	○	●						5／5
22	1年9ヶ月	2		◎	●							4／4
23	2年8ヶ月	2						◎	●			3／3
24	9ヶ月	2							◎	●		4／4
25	4年4ヶ月	2	◎							●		3／3
26	5年0ヶ月	2		◎						●		4／4
27	11年10ヶ月	2			◎					●		4／4
28	1年11ヶ月	2						◎		○	●	4／4
29	5年8ヶ月	2	◎							●		3／3
30	10ヶ月	2							◎	●		3／3
合計	2ヶ年:19軒、3ヶ年:6軒、4ヶ年:3軒、6ヶ年:2軒										106／131	

◎ =初回調査

● =最終回調査



(a) 室内



(b) 屋外

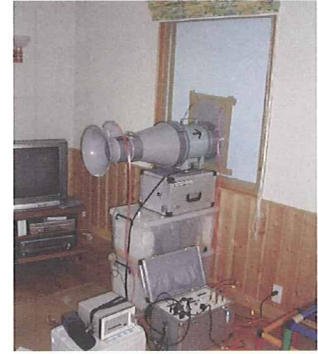


写真2 気密測定の様子

写真1 化学物質濃度測定の様子

表3 住まい手のための問診票の質問項目

質問項目	詳細内容	質問数	
居住者の属性に関する情報	個人属性	年齢、家族構成、アレルギーの有無、症状の種類等	25
	個人習慣	喫煙者の有無、滞在時間等	6
居住環境に関する情報	建物周囲環境	立地場所、周辺地域、近隣施設、農薬散布の有無等	18
	建築・設備仕様	構造、築年数、下地・内装仕上げ材、換気方式等	33
	室内状況	室内環境、日常生活における薬品の使用の有無等	27
生活意識に関する情報	生活意識	シックハウスに関する知識、対策等	6

表4 QEESI 問診票の質問項目

質問項目	内容
1. 化学物質曝露による反応	タバコの煙、殺虫剤等の化学物質に対する不耐性(0~100)
2. その他の化学物質曝露による反応	抗生物質、花粉等の化学物質に対する不耐性(0~100)
3. 症状	気管粘膜、頭部、皮膚等における症状の程度(0~100)
4. 日常生活の障害の程度	暮らしとの関係(0~100)
5. マスキング	症状の隠れ、症状の偽装(0~10)

質問1~4(0:なし、5:中程度、10:重症)、質問5(0:いいえ、1:はい)

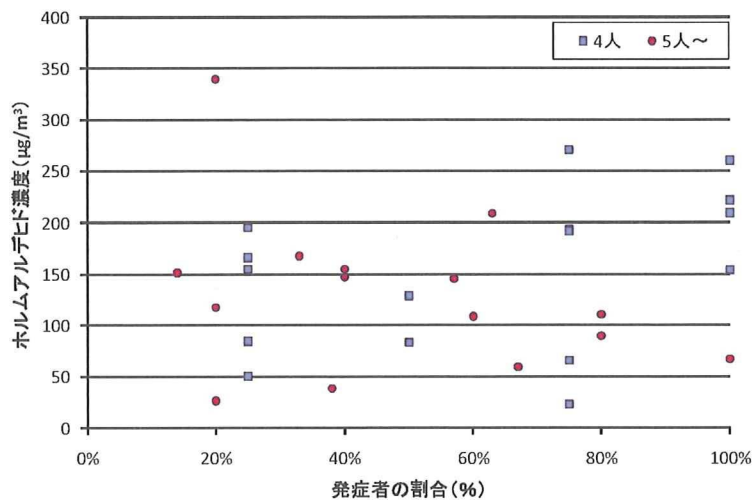


図1 発症者割合とホルムアルデヒド濃度

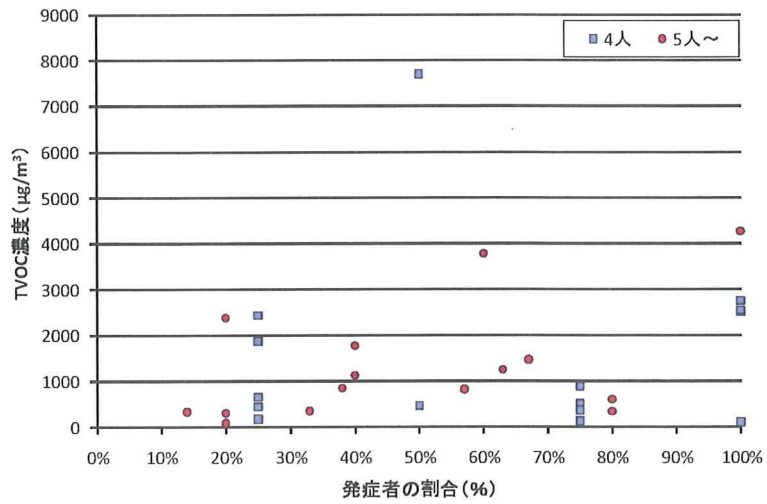


図2 発症者割合とTVOC濃度

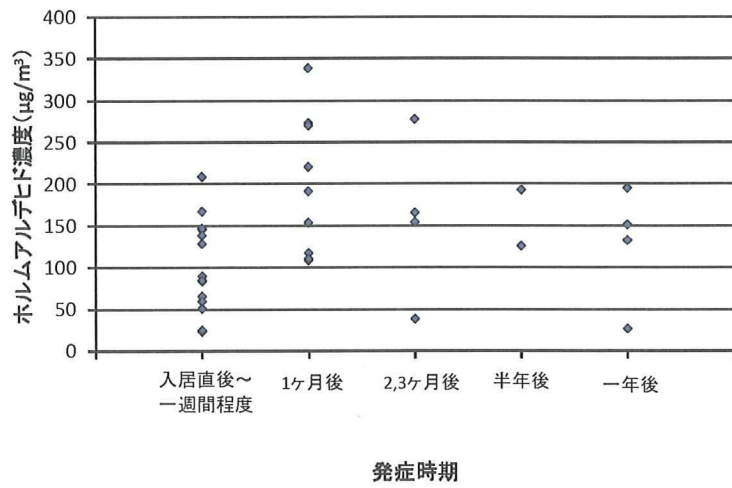


図3 発症時期とホルムアルデヒド濃度

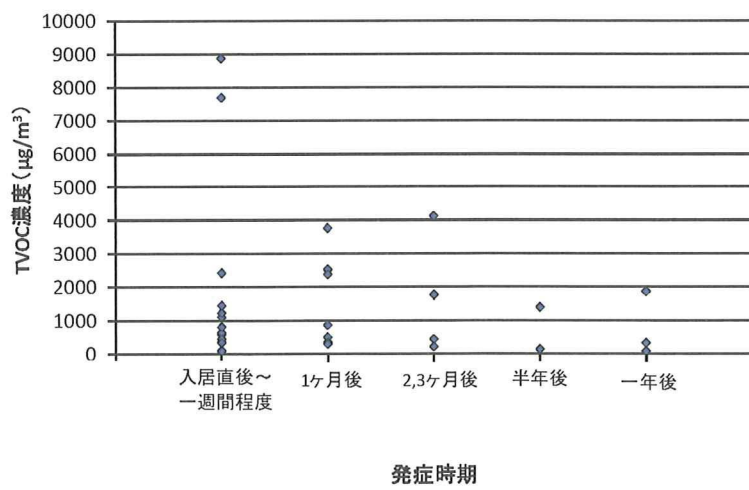


図4 発症時期とTVOC濃度

表5 化学物質濃度と住宅要素

要因		N	ホルムアルデヒド μg/m ³	アセトアルデヒド μg/m ³	トルエン μg/m ³	エチルベンゼン μg/m ³	キシレン μg/m ³	p-ジクロロベンゼン μg/m ³	TVOC μg/m ³	TVOC (4物質除) μg/m ³	
住宅概要	住宅タイプ	戸建住宅	145	125.3	102.3	30.0	2.5	9.6	33.9	547.4	341.8
		集合住宅	27	133.5	96.8	94.2	18.5	23.3	36.0	387.2	247.8
	住宅構造	木造	137	127.9	101.8	29.9	2.5	9.1	33.9	515.0	358.9
		RC・SRC造	35	126.0	104.1	79.2	16.1	19.9	34.9	525.6	232.8
	延床面積	120m ² 未満	61	139.2	105.0	35.4	5.4	12.6	36.0	499.8	325.8
		120~150m ²	75	114.5	79.9	31.4	6.2	11.6	33.9	582.8	393.0
		150m ² 以上	36	137.8	128.8	30.8	2.5	7.2	34.2	436.4	286.3
	新築状況	新築住宅	160	126.8	101.5	34.1	5.4	11.2	32.9	553.6	352.3
		中古住宅	12	123.6	113.0	28.1	8.9	20.0	52.9	365.4	174.3
	築・リフォーム後年数	3年未満	113	116.2	93.1	32.6	6.0	11.8	32.8	593.8	404.0
	3年以上	59	146.1	153.5	34.1	5.4	10.9	36.0	387.2	222.6	
シックハウス対策	対策なし	93	143.4	119.0	38.7	7.9	16.5	41.1	570.0	358.9	
	対策あり	77	110.4	95.6	23.8	2.5	7.4	32.5	499.1	295.4	
薬剤処理	防蟻処理	処理なし	55	124.2	88.7	33.6	5.4	12.5	34.9	387.2	247.8
		処理あり	117	127.9	112.1	34.1	5.6	11.5	33.9	582.8	370.3
	木材保存処理	処理なし	75	113.7	88.7	27.9	5.4	10.5	22.9	402.9	270.4
	処理あり	97	132.7	121.1	35.4	5.6	11.8	43.5	782.0	422.0	
木製デッキ防腐処理	処理なし	135	124.3	102.3	37.2	6.0	14.0	33.0	437.0	270.4	
	処理あり	37	129.9	95.6	25.9	2.5	2.5	38.5	1036.4	778.1	
部屋概要	部屋タイプ	洋室	122	130.6	105.8	30.8	4.7	10.5	27.0	467.4	341.8
		和室	50	115.0	91.8	38.4	6.8	14.2	50.0	633.5	326.3
階数	1F	79	110.8	95.6	27.9	2.5	9.9	33.0	492.5	285.8	
	2F以上	93	136.3	105.9	37.7	6.0	17.5	36.0	570.0	370.3	
内装仕様	床仕上げ	無垢材	38	119.2	81.5	18.7	2.5	3.9	18.4	399.5	301.8
		合板	71	130.9	120.6	35.4	6.2	14.2	34.9	559.8	398.4
		畳	41	126.2	69.9	37.2	6.0	9.9	41.5	547.4	315.3
		絨毯	12	179.8	160.7	43.4	8.8	18.2	41.1	393.3	271.6
		その他	10	114.5	96.3	37.2	15.3	22.5	136.7	662.4	296.9
	壁仕上げ	ビニールクロス	145	131.8	102.1	34.4	6.0	11.8	32.8	499.8	333.4
	塗り壁	22	82.7	91.8	26.6	2.5	7.1	47.2	593.7	359.9	
	その他	5	121.5	185.3	54.1	10.2	12.5	130.8	1776.3	1405.9	
天井仕上げ	ビニールクロス	123	129.1	102.3	32.6	5.5	11.5	25.3	443.0	314.6	
	ラミ天井・合板	26	125.3	125.6	37.3	6.8	10.4	53.6	520.0	281.4	
	その他	23	119.2	74.0	38.0	2.5	13.0	63.7	919.9	721.1	
換気システム	自然換気	103	137.2	103.2	37.7	6.2	13.0	32.5	515.0	341.8	
	機械換気	69	114.4	99.5	28.1	2.5	6.9	34.9	462.8	310.6	
	気密性能	2cm ² /m ² 未満	58	132.3	113.0	32.5	5.5	10.6	41.4	452.9	352.3
	2cm ² /m ² 以上	87	125.3	88.7	34.1	6.0	11.8	16.4	582.8	333.7	
換気回数(部屋別)	0.5回/h未満	24	131.8	123.9	29.8	2.5	6.8	51.4	431.1	241.3	
	0.5回/h以上	2	139.2	180.2	78.9	9.9	13.2	1026.2	1644.6	1613.3	
測定時の温度	25°C未満	52	107.3	101.8	37.3	6.4	15.0	16.3	529.5	271.6	
	25~28°C	75	132.7	94.6	33.1	2.5	9.6	34.9	462.8	341.8	
	28°C以上	45	141.0	126.4	38.7	6.8	14.0	49.3	863.8	570.8	
測定時の相対湿度	60%未満	38	116.8	105.9	31.3	2.5	12.8	39.3	684.5	454.1	
	60~70%	73	132.3	109.4	37.7	7.8	14.3	23.0	683.5	471.9	
	70%以上	61	113.0	93.6	30.9	2.5	7.0	35.1	382.3	211.7	
測定時の窓開け換気	なし	137	121.5	96.5	37.7	7.2	15.1	36.4	565.0	368.5	
	あり	35	132.7	113.5	18.0	2.5	2.5	20.3	335.5	215.8	
測定時のエアコン使用	不使用	154	129.1	105.0	35.3	6.0	12.9	35.1	562.4	352.3	
	使用	18	91.0	52.6	17.5	2.5	7.6	20.9	319.0	276.8	





表6 生活行為と化学物質濃度

要因		N	ホルムアルデヒド μg/m ³	アセトアルデヒド μg/m ³	トルエン μg/m ³	エチルベンゼン μg/m ³	キシレン μg/m ³	p-ジクロロベンゼン μg/m ³	TVOC μg/m ³	TVOC (4物質除) μg/m ³	
生活状況	喫煙者の有無	あり	45	126.8	123.0	28.3	2.5	8.8	33.0	515.0	370.3
		なし	117	127.8	98.0	38.0	6.1	12.8	35.1	472.0	287.0
	普段の窓開け換気	頻繁に	88	125.0	112.6	29.4	2.5	9.9	35.9	421.8	278.6
	必要に応じて	81	133.9	92.5	35.4	7.2	12.5	20.3	604.5	427.5	
使用薬品	衣類用防虫剤	PDB系使用	35	124.3	146.4	38.9	5.6	10.9	96.7	627.0	333.4
		PDB以外使用	42	131.8	104.0	34.3	6.3	9.8	42.5	618.5	427.6
		不使用	89	128.0	93.1	30.4	5.1	12.5	17.2	472.0	352.4
芳香剤	不使用	105	116.8	102.2	28.1	2.5	8.4	36.4	410.0	251.7	
	使用	67	137.2	98.9	45.5	9.6	15.1	23.0	640.0	471.9	
ワックス	不使用	93	126.8	108.9	28.1	5.1	9.6	33.0	387.2	242.5	
	使用	79	127.0	98.6	36.4	6.2	14.3	38.5	729.0	479.8	

表 7 化学物質・微生物に関する室内環境調査

No.	竣工	築年数	延べ床面積 m ²	戸/集	構造	換気設備	居住者数	発症分類	住宅・室内環境の状態	隙間相当面積cm ² /m ²
1	2005年11月	1.71	126.19	戸建	木造	第3種	4	SHS アレルギー	湿度、結露、カビ;湿度は冬季にとても乾燥するということであった。まだ新しい住宅なのでカビの発生は見られなかった。	3.54
2	1996年3月	11.20	58.80	集合	RC造	自然	4	SHS アレルギー	湿度、結露、カビ;-	1.29
3	1996年6月	11.23	125.59	戸建	木造	自然	4	SHS アレルギー	湿度、結露、カビ;湿度管理は良好。	6.83
4	1990年9月	16.93	64.96	集合	SRC造	自然	4	SSS アレルギー	湿度、結露、カビ;冬に結露が見られる。	1.05
5	2003年10月	3.35	109.30	戸建	木造	第1種	4	SHS アレルギー	湿度、結露、カビ;常時良好	3.19
6	1994年12月	12.88	120.07	戸建	木造	自然	3	SHS アレルギー	湿度、結露、カビ;1F居間北側において湿気が気になる。	8.30
7	2005年12月	1.78	99.40	戸建	木造	第3種	3	アレルギー	湿度、結露、カビ;湿度の調整は常時良好である。	2.79
8	1995年3月	13.8	117.58	戸建	木造	一部室換気扇	3	SHS アレルギー	湿度、結露、カビ;和室で冬や梅雨時期に結露が見られる。	9.18
9	-	60.0	-	戸建	木造	自然	5	アレルギー	湿度、結露、カビ;サッシに結露等が見られる	-
10	-		51.20	集合	RC造	自然	4	アレルギー	湿度、結露、カビ;冬、サッシに結露等が見られる。	6.27
11	2007年5月	1.4	133.00	戸建	木造	第1種	4	アレルギー	湿度、結露、カビ;乾燥するので加湿器を使用している。	3.06
12	2003年10月	4.5	109.30	戸建	木造	第1種	4	SHS アレルギー	湿度、結露、カビ;常時良好	4.54

表 8 調査項目と実測方法

測定項目	測定方法	分析方法	測定時の様子
気中化学物質濃度	24時間アクティブサンプリング(詳細は3章) アルデヒド類; 固相吸着(DNPH) VOC; 固相吸着(活性炭)	アルデヒド類; HPLC VOC; GC/MC	3章を参照
浮遊真菌濃度	メルクエアサンプラー(MAS-100)を用いて、30秒かけて50Lの室内空気を培地(PDA培地)に吹き付けた。	検体を25°Cで5~7日間培養後、生菌数を換算し同定を行った。 分析は衛生微生物研究センターに依頼した。	 測定風景  エアサンプラー
ダスト中ダニアレルゲン量	専用のフィルターとノズルを掃除機に取り付け、1分間に1m ² のダストを採取した。	集塵サンプルは15mlチューブに秤量し、チューブにPBSを1.5mLまたは2mLを加えて振とうし、抽出した。そしてそれぞれPBSで希釈し、ELISA法により、アレルギー量を定量した。 分析は株式会社住化分析センターに依頼した。	 測定風景  フィルターとノズル

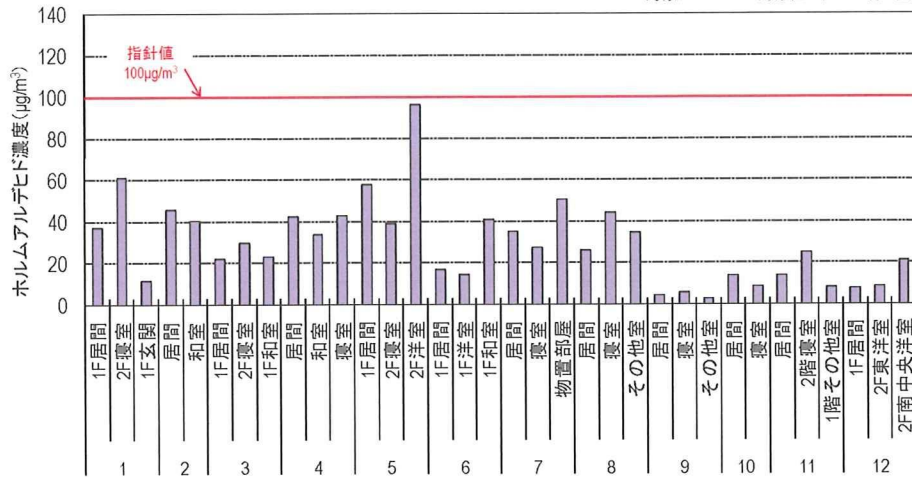


図5 ホルムアルデヒド濃度測定結果

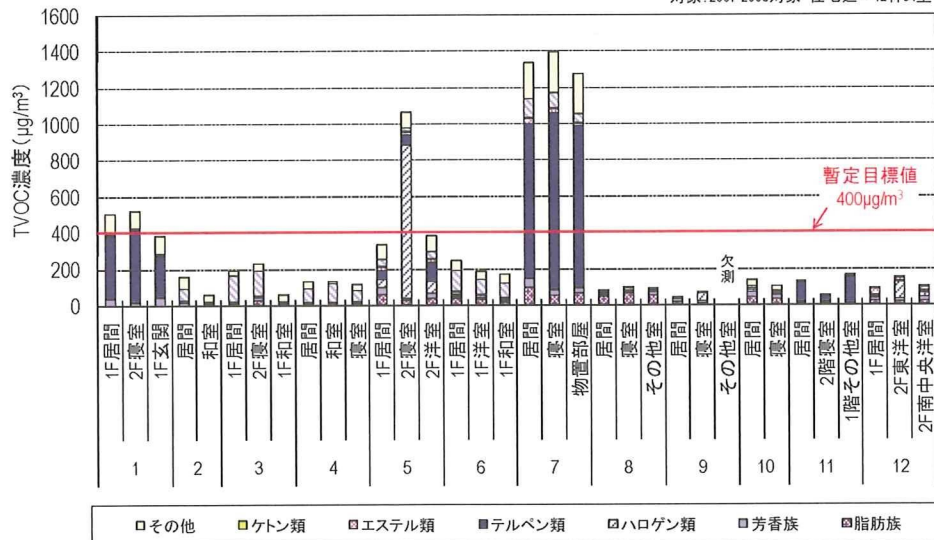


図6 TVOC 濃度測定結果

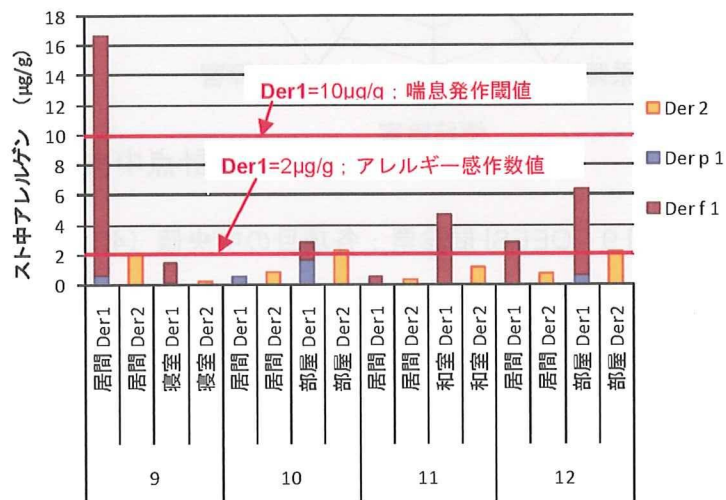


図7 ダスト中ダニアレルゲン濃度測定結果