

殺虫剤に有機リン系の DEP（トリクロロホン）やピレスロイド系のピレトリン等があるため、これらの影響を受けている可能性がある。一部の症状が持続しているため、今後も経過観察の必要があると思われる。

事例4：住宅TS（表4、図4参照）

①住宅概要：2000年2月に竣工した木造戸建住宅（木質パネル工法）で、完成直後に入居。換気設備として全室24時間機械換気システム（セントラル給排気システム）を採用。C値は $1.6\text{ cm}^2/\text{m}^2$ 。入居に際し、リビングのテーブル、ダイニングテーブル、電話台など様々な家具を購入。2002年9月にシックハウス対策で壁面・天井面の内装をビニールクロス→左官材へ改修。

②実測調査時期：2000年5月、2002年8月・10月

③主発症者：10歳未満男性

④既病歴：季節の変わり目に軽いアトピー（0～5歳）、2001年1月に蕁麻疹。

⑤家族歴：母親に花粉症。

⑥症例経過：2000年2月（当時5歳）に当該住宅に転居。転居直後より湿疹やかゆみなどの症状が発現。湿疹は口の周りから顔全体、四肢、背部へと拡がり、特に暖房中に絨毯の上で寝ると急激に悪化する。気管支喘息・喘鳴も頻発。家の中ではだるそうにしていることが多いが家を離れると症状は改善する。特に暖房機（蓄熱式）運転時に体調が悪くなるとがあり、窓開け換気を行うようになって、症状が和らぐ。2002年9月に実施した改修後、症状は軽減し、発疹もみられなくなった。他の家族では転居後しばらくの間、母親、姉が眠気、目の刺激、頭痛、催涙等の症状が訴えている。

⑦実測結果：転居3ヶ月後（2000年5月）の室内化学物質濃度測定では、1F居間、2F寝室の測定でホルムアルデヒド濃度がそれぞれ 0.04 ppm 、 0.09 ppm （指針値 0.08 ppm ）、アセトアルデヒド濃度が 0.05 ppm 、 0.25 ppm （指針値 0.03 ppm ）を示し、個々のVOCでは、トルエン濃度が $792.0\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $466\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ （指針値 $260\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）、p-ジクロロベンゼン濃度が $32.8\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $199.0\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、TVOC値が約 $11300\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $4100\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ でトルエン、TVOCが厚生労働省の指針値、暫定目標値に比して非常に高値であった。その他にもジクロロメタン（居間： $5024.0\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）、 α -ピネン（居間： $1030.0\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）といった物質の濃度が高かった。

化学物質の発生源として建材一般が疑われたが、さらに、調査員が刺激臭を感じた建具、家具類からの発生も考えられた。転居2年6ヶ月後の（2002年8月）調査時には、高温の条件が影響したためか、ホルムアルデヒド濃度が居間 0.22 ppm 、2F寝室 0.32 ppm と大きく上昇した。VOCについては、居住者の持ち込み（衣類用防虫剤）の影響を強く受けたp-ジクロロベンゼン濃度が非常に高値（2F和室：約 $10000\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）となったが、これを除くと、TVOCで前回測定時の約1/10まで低減した。更にシックハウス対策の為の改修1ヶ月後（2002年10月）の測定では、ほぼ全ての測定対象物質で濃度の低減を認めた。換気量の測定（2002年10月）では、全体としては $0.52\text{ 回}/\text{h}$ と設計換気回数（ $0.5\text{ 回}/\text{h}$ ）を上回ったが、1F $0.75\text{ 回}/\text{h}$ ・2F $0.15\text{ 回}/\text{h}$ と上下階のバランスが悪い。

⑧検診結果：発症後のアレルギー検査でイネ科で陽性。2000年8月に臨床検査に参加し、眼球運動検査で異常が認められ、滑動性追従運動の際、階段状の動きや一部に衝撃性眼球運動（slight saccadic mixture；日本語では「がたつき」、トルエン曝露により顕著な傾向）が混入しており、中枢神経異常の可能性が示唆された。その他の検査項目は小児であるため保留。臨床諸症状改善後の2003年3月に再検査を行い、ほぼ全ての検査項目で正常。

⑨総括：小児であるため判定は保留としたが、化学物質との因果関係は明確ではないが、高濃度のVOCへの曝露が発症者の健康状態悪化に影響したものと考えられる。現在、一部で高濃度の物質があるが、全体的には低減してきており、症状（特に発疹）は改善傾向。

事例5：住宅TE（表5参照）

①住宅概要：1997年1月に竣工した木造戸建住宅（在来木造軸組工法）で、同年9月に入居。C値は $6.7\text{ cm}^2/\text{m}^2$ 。2001年9月にシックハウス対策として居室壁面に多孔質セラミックスタイルを設置。

②実測調査時期：2000年7月、2002年8月

③主発症者：10歳代男性

④既病歴：3歳ごろから気管支喘息、アレルギー性鼻炎を発病し、4歳前から重症の気管支喘息発作を繰り返していたが、環境整備や食事療法を実施し、転居前には喘息発作を起こさなくなっていた。環境抗原（ダニ、花粉、ネコ）や食物抗原（小麦・牛乳・大豆・ピーナッツ等）

に対するアレルギーがある。

⑤家族歴：母親はアレルギー性鼻炎・アレルギー性結膜炎、弟は気管支喘息・アレルギー性結膜炎・アレルギー性鼻炎、父方祖母に気管支喘息がある。

⑥症例経過：1997年9月（9歳時）、床下白蟻駆除剤使用し、当該住宅に転居。転居直後より、頭痛・吐気・めまい、立ちくらみ、酔ったような感じ等神経系の症状が繰り返し出現。また、視力の低下が急に進行した。転居後、スギ花粉に対するアレルギー反応が陽性になったが、スギ花粉症特有の鼻炎等の症状は現れず神経系の症状が中心に出現した。母親はアレルギー性鼻炎・結膜炎等のアレルギー性疾患を有していたが、転居後にアレルギー症状や神経系症状等の悪化はみられなかった。弟は、転居後に気管支喘息の悪化、総IgE上昇、スギ花粉特異IgE上昇がみられ、スギ花粉症を発症した。転居4年後（2001年9月）に化学物質を吸着する働きのあるという壁材（多孔質セラミックスタイル）を室内の壁全体に施工し、その後は自宅での症状は軽減した。しかし、学校では、女子生徒が使用した化粧品や制汗剤等の臭いで反応し、諸症状が誘発され、2002年8月に殺虫剤燻蒸直後の映画館に入り、頭痛、吐気が激しくなり加療を必要とした。気温が低くなり換気回数が減少すると病状は悪化した。2002年11月20日、朝から立ちくらみがひどくなり、起きることができなくなった。翌日には、拍動性の頭痛、吐き気が出現し改善せず、立ちくらみがさらに悪化、全身にコリン性じんましん様の発疹が著明に現れたため、調査協力医療機関で治療を受けている。

⑦実測結果：転居10ヶ月後にガス検知管でホルムアルデヒド濃度を測定したところ、2F寝室で0.6ppmを示し、3年経過しても0.3ppmを上回った。転居2年10ヶ月後（2000年7月）の調査時には、1F居間と2F洋室のホルムアルデヒド濃度がそれぞれ0.17ppmと0.31ppm（指針値0.08ppm）、アセトアルデヒド濃度がそれぞれ0.15ppm、0.16ppm（指針値0.03ppm）で、いずれも厚生労働省の指針値を超えていた。その他、個々のVOCについては、居間でトルエン濃度 $51.6\mu\text{g}/\text{m}^3$ （指針値 $260\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）、2F洋間の総キシレン濃度 $112.3\mu\text{g}/\text{m}^3$ （指針値 $870\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）と指針値以下であったが、TVOC値（揮発性有機化合物の総和）は居間で約 $1300\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり厚生労働省の目標値 $400\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えていた。揮発性有機化合物の空气中濃度

は1～2年で大きく低減するため、転居直後はかなりの高濃度であったと思われた。転居4年11ヶ月後（2002年8月）の再調査時では、TVOC値で若干の低減を認めるが以前目標値を上回っている。測定対象物質について改修による効果はあまり認められなかった。

⑧検診結果：頭部CT検査は異常なし。赤血球コリンエステラーゼが1.5単位（正常値1.8～2.2単位：Routh法）と低値。2000年8月に臨床検査に参加。電子瞳孔計検査では初期瞳孔面積は年齢正常値に対して-1.4標準偏差（縮瞳、副交感神経優位の所見）であり、床下の白蟻駆除剤（有機リン系殺虫剤）の影響が考えられた。NIRSによるガス吸入負荷試験では、キシレン負荷で O_2Hb ・ cHb が低下、トルエンでは cHb が低下し、ホルムアルデヒドでは O_2Hb が上昇した。起立試験では O_2Hb が著明に低下した。ガス負荷後にはさらに低下した。同時に実施した母親のガス吸入負荷試験・起立試験では、異常を認めなかった。

⑨総括：気管支喘息、各種アレルギー、キシレン・トルエン・ホルムアルデヒドによるシックハウス症候群、起立性調節障害（化学物質吸入後に悪化）と診断した。十分な換気の指導、環境抗原に対する環境整備、化学物質と食物抗原に対する食事療法を行った。抗アレルギー剤（ペミロラストカリウム）と整腸剤（酪酸菌製剤）、テオフィリン製剤は継続して服用。立ちくらみに対して、メチル硫酸アメリニウム（内因性交感神経機能活性化剤）を投与したが、手足の血流が悪化し中止した。塩酸ロメリジンの投与やスワトリプタン（イミグラン）の皮下注で一定の症状の改善をみたが、症状は持続した。

事例6：住宅OF（表6参照）

①住宅概要：1999年12月に竣工した木造戸建住宅（在来木造軸組工法）で2000年4月に入居。C値は $3.4\text{cm}^2/\text{m}^2$ 。入居まで4ヶ月あったが閉め切った状態であった。

②実測調査時期：2001年9月、2002年9月

③主発症者：10歳代女性

④既病歴：小学校6年生まで副鼻腔炎で加療。

⑤家族歴：特記すべきことなし。

⑥症例経過：2000年4月に新築家屋に転居。入居直後より強い臭気を訴える。同年、7月より高熱、めまい、吐気出現。その後も、めまい、吐気、ふらつき、頭痛、全身倦怠感が続き、2000年8月（14歳）初診。ダニアレルギー

ーがあるため、抗アレルギー剤（ペミロラストカリウム）、整腸剤（酪酸菌製剤）等を投与したが、その後も、全身倦怠感、立ちくらみ、頭痛、吐気等が続く。祖母の家（築後10年以上経過）では多少症状が改善した。立ってられない状態になり、2000年9月から10月中旬まで調査協力医療機関に入院。退院後、兄の部屋で意識を失うほどの激しい立ちくらみがあり、しばらく動けなくなり再度入院。入院中は自宅に外泊のたびに同様の症状があった。祖母の家への外泊では症状は起きなかった。メチル硫酸アメリジウム、塩酸ロメリジン、フルトプラゼパム（ベンゾジアゼピン系精神安定剤）を服用し、換気対策や食事療法等を指導し、外泊を繰り返し、症状悪化がみられなくなったため、2000年12月末に退院となった。退院直後に、意識喪失を起こす重症の立ちくらみが1回あり、その後も頭痛、立ちくらみ、吐気が続いた。2001年3月末から、多少症状が改善、同年4月から麦門冬湯の服用を開始し、5月からは症状が軽快した。2001年10月になり、体調が良かったため、少量の香水を使用し始めた。この頃より、吐気、頭痛（締め付けられる感じから拍動性の頭痛に変化する）、めまいが増強した。11月になり、学校の教室で室内排気型の灯油ストーブを使用し始めてさらに症状悪化した。その後、香水を使用しないことを指導。教室では換気をできるように話し合ってもらい、症状は改善した。2002年夏季以降は体調は良好。なお、同居家族には症状がない。

⑦実測結果：転居1年6ヵ月後（2001年9月）の室内化学物質濃度測定では、患者の寝室である2F洋室でホルムアルデヒド濃度0.18ppm、アセトアルデヒド濃度0.06ppm、トルエン濃度170 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、総キシレン濃度19.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、TVOC値約700 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ とTVOC、ホルムアルデヒドで高値であった。転居直後は測定値よりもかなりの高濃度であったと思われる。転居2年6ヵ月後（2002年9月）の調査で濃度の顕著な低減は認められなかった。測定時の換気の状態や塗装業を営む家族による化学物質の持ち込みが影響した可能性がある。

⑧検診結果：頭部CT、頭部MRIは異常なし。赤血球コリンエステラーゼ1.8単位は正常。IgE60.4IU/ml、IgERASTハウスダスト（クラス1）、ヤケヒョウヒダニ（クラス1）と陽性。2001年7月、臨床検査に参加。滑動性眼球運動で急速眼球運動が混在（階段状運動）し、眼電位図EOG

では水平眼球運動で97.5%、垂直眼球運動で66.8%に異常波形が混在した。電子瞳孔計検査では最大散瞳速度が年齢の正常値から+1.5標準偏差と亢進していた。交感神経優位の所見あり。NIRSガス吸入負荷試験では、トルエン負荷でO₂Hbが低下後上昇し、上昇時に締め付けられる感じの頭痛が誘発された。キシレン負荷でもO₂Hbは低下後上昇した。ガス吸入負荷前起立試験では、起立でO₂Hbは低下したままで、座位になって前レベルに回復した。症状は誘発されなかった。ガス吸入負荷後では、起立で頭痛が誘発され、座位になったあとにキシレンやトルエンで起こったときと同様に一過性にO₂Hbが上昇し、全身のだるさを伴った。臨床諸症状改善後の2002年7月の再検査時はNIRSを除く各検査がほぼ正常値まで改善。NIRSによるトルエン負荷でもO₂Hbの急激な変化と症状はみられなくなった。

⑨総括：以上より、ダニアレルギー、トルエン・キシレンによるシックハウス症候群、起立性調節障害（化学物質吸入後悪化）と診断した。ただし、転居と同時期中学校への入学等の生活環境の変化があり、発症に関与した可能性がある。現在症状はほぼ改善。

事例7：住宅SK（表7参照）

①住宅概要：2001年4月に竣工した木造住宅（在来木造軸組工法）で完成直後に入居。C値は3.4 cm^2/m^2 。同年6月に改修工事实施。

②実測調査時期：2002年9月

③主発症者：10歳代女性2名（一卵性双生児）

④既往歴：妊娠35週未熟児で出生。生下時体重は姉が2220g、妹1880gであった。姉は生後6日間、妹は生後9日間、点滴を実施し、2人とも生後3日間胃内に栄養チューブを留置した。2人とも1歳時に気管支喘息に罹患。

⑤家族歴：弟に気管支喘息・じんましんあり。

⑥症例経過：2001年4月、新築家屋に転居（防虫畳使用）。同年6月、台所とリビングのカウンターを塗装した。6月末ごろから、咳が始まり持続、近医で投薬されたが改善しないため調査協力医療機関に受診。鼻粘膜の炎症があるが他は所見なし。咳の症状は、窓を開け換気を行うと改善するが、閉め切ると悪化する。特に症状の改善する部屋はないとしている。また、2人の通っている学校も増築したばかりで、咳が止まらなくなる。

⑦実測結果：2001年7月、検知管によるホルムアルデヒド濃度測定では、十分な換気を実施中にもかかわらず、1F居間0.13ppm、2F寝室0.16ppm、1F和室0.12ppmとやや高値であった。転居後1年5ヶ月（2002年9月）の室内化学物質濃度測定では、1F居間、2F寝室、1F和室の各室でホルムアルデヒド濃度0.11～0.13ppm、アセトアルデヒド濃度0.12～0.17ppm、トルエン濃度65.5～121.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 α -ピネン濃度319.3～462.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、TVOC値902.7～1271.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ でホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、TVOCが厚生労働省の指針値、暫定目標値に比べやや高値であった。各室で検出された物質および濃度に大きな差はなかった。

⑧検診結果：2人とも赤血球コリンエステラーゼ値1.6単位と低値。姉はIgE13.3IU/ml、IgERASTイネ科花粉（クラス2）と陽性。妹はIgE6.8IU/ml、RAST陽性項目なし。2002年7月に臨床検査に参加。2人とも滑動性眼球運動では垂直方向下方でsaccadized化し、調節痙攣（ピントあわせる能力が緊張）が認められた。NIRSガス吸入負荷試験では、姉がイソプロピルアルコールとホルムアルデヒドで O_2Hb が低下し、キシレン・トルエンで咳が誘発された。起立試験ではガス吸入負荷前後とも正常反応であった。妹はホルムアルデヒドで O_2Hb が上昇し、キシレン・トルエンで咳が誘発された。起立試験ではガス吸入負荷前正常であったが、負荷後は陽性となった。その他の検査項目は正常であった。

⑨総括：以上より、トルエン・キシレンの神経原性炎症による粘膜刺激で引き起こされた咳発作と思われた。トルエン・キシレンによるシックハウス症候群と診断した。新築家屋・リビングの塗装が原因と思われた。化学物質対策として十分な換気を指導、同時に環境整備と食事療法を指導し、麦門冬湯、ペミロラストカリウム、酪酸菌製剤、キサンチン製剤投与で激しい咳は改善したが、軽い咳が持続した。

事例8：住宅WT（表8参照）

①住宅概要：1994年に中古で購入した木造戸建住宅（在来木造軸組工法）。竣工は1983年。1997年3月に転居、1999年10月に1F和室を増築し、1F居間、1F廊下の床フローリングの張替、主寝室の壁紙の貼替を実施。

②主発症者：10歳未満男性

③実測調査機関：2000年8月、2001年7月

主発症者：10歳代男性

④既往歴：2歳より気管支喘息・アレルギー性鼻炎・アレルギー性結膜炎・花粉症があり、ダニアレルギーがある。

⑤家族歴：母にアレルギー性鼻炎・アレルギー性結膜炎・じんましん（サバ、卵）、姉に金属アレルギー・アトピー性皮膚炎、ターナー症候群がある。

⑥症例の経過：1999年7月（10歳時）、自宅1F和室を増築改修工事中、壁紙を貼っている最中に具合が悪くなった。増築した1F和室に入ると激しい頭痛と吐気の症状が出た。その年の秋に一過性に気管支喘息が悪化した。2001年4月に築後4年の中学校に入学後、5月はじめころから、学校に行くとき2時間目あたりから、頭痛、吐気がひどく、立っていられなくなった。学校から帰ってきて1時間ほどすると、症状は改善した。調査協力医療機関に通院し、ペミロラストカリウム、キサンチン製剤、酪酸菌製剤に加えて、2001年6月から麦門冬湯を処方、学校は2時間目まではなんとか我慢できたが、それ以後になると頭痛・吐気で就学できないため、7月から塩酸ロメリジン服用開始した。

⑦実測結果：改築1年2ヵ月後（2000年8月）の自宅の調査では、1F居間でホルムアルデヒドが検出下限以下、トルエン濃度95.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、総キシレン濃度10.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、TVOC値878 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ という値を示し、症状が発現する増築した1F和室では、ホルムアルデヒド0.094ppmが指針値0.08ppmを上回り、p-ジクロロベンゼンが1180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ （指針値240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）と高値であった。中学校のホルムアルデヒド濃度は、ガス検知管で、教室0.15ppm、図書室0.16ppmと指針値を上回った。2001年7月の調査では、患者の自室である2F和室の測定を行い、ホルムアルデヒド濃度0.22ppm、アセトアルデヒド濃度0.26ppmと高値であった。

⑧検診結果：2000年8月より臨床検査に参加。瞳孔反応正常、診察による眼球運動正常、MTF正常であった。2001年では、頭部CT異常なし、IgE1745IU/ml、IgERASTヤケヒョウヒダニ（クラス5）、卵白と陽性。赤血球コリンエステラーゼは1.7単位でやや低下。2001年7月臨床検査では、眼球運動で滑動性眼球運動に急速眼球運動が混入（階段状運動）。MTFは両眼とも低下、電子瞳孔計では最大散瞳速度が亢進（年齢正常値に対して+2.8偏差）し、交感神経優位の状態が考えられた。NIRSによるガス

吸入負荷試験では、エタノール負荷で O_2Hb が低下した。ホルムアルデヒド負荷では O_2Hb の低下はみられなかったが、脱酸素型ヘモグロビン HHb・総ヘモグロビン cHb・組織ヘモグロビン指数 THI が低下し、頭痛・頭重・鼻の痛み・舌のしびれ等が誘発された。起立試験では、起立中は O_2Hb が低下したままで、座位で回復した。ガス吸入後には、立位で力が入らず立っていらなかった。2002年7月・2003年3月の臨床検査でも NIRS は起立試験で陽性を示したが、他の検査項目は改善傾向にある。

⑨総括：以上より、気管支喘息、ダニアレルギー、エタノール・ホルムアルデヒドによるシックスクール症候群・シックハウス症候群、起立性調節障害（化学物質吸入後に悪化）と診断した。最初はシックスクール症候群の理解が教師や級友に得られず、換気等の整備ができなかったが、学校の校内弁論大会でシックスクール症候群について話した後から、理解されるようになり、対策が円滑にとれるようになった。症状は軽快傾向をみせ、2001年12月には午前中授業までは登校できるようになり、その後も登校できる時間帯が延びていった。

事例9：住宅 NM（表9参照）

①住宅概要：1982年8月竣工の木造戸建住宅（在来木造軸組工法）。2000年4月～8月の期間に2F部分を全面改修している。C値は $9.3\text{cm}^2/\text{m}^2$ 。

②実測調査時期：2002年9月（自宅）、2001年6月・10月（体育館）

③主発症者：10歳代男性

④既往歴：小学6年扁桃腺・アデノイドの摘出手術をおこなった。8歳より花粉症。

⑤家族歴：父方祖父が心筋梗塞。

⑥症例の経過：本症例の患者はシックハウスよりもシックスクールを疑っている。2000年4月から8月かけて自宅の2F部分を全面改修工事（患者の自室は2F洋室）。2001年4月（12歳時）に新設の中学校に入学。学校では科学部の所属しており、溶剤はいつも使っていた。2001年5月、水槽の修理のためにラッカーパテを使って具合が悪くなったことがあった。開校式の日には体育館に入った後から頭痛がはじまり、具合が悪くなった。その後も体育館に入ると5～6分でひどい頭痛が起きた。入学後、梅雨時期からは、一般教室でも頭痛が起るようになり、症

状は日中気温が上昇し、太陽に当たるとひどくなった。特に体育館で症状が強く誘発されるため、入ることができなくなった。学校を離れると症状は改善した。学校生活に大きな支障をきたしていたため、2001年冬に本人の希望で別の古い校舎の中学校に転校した。転校後は症状は改善し、早退や欠席することはなくなった。2002年夏以降、症状はほぼ消失した。なお、自宅での症状はない。

⑦実測結果：2001年6月末に学校の体育館でトルエン濃度を測定したところ $500\sim 1200\mu\text{g}/\text{m}^3$ と厚生労働省の指針値 $260\mu\text{g}/\text{m}^3$ を上回る高値で検出された。また、10月の調査では $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ まで低減し、指針値を下回った。自宅の測定は改修工事から2年1ヶ月後の2002年9月に実施し、ホルムアルデヒド濃度が $0.12\sim 0.14\text{ppm}$ と指針値 0.08ppm を上回っており、患者の自室である2F寝室でトルエン濃度が $270.8\mu\text{g}/\text{m}^3$ と指針値を超えていた他、TVOC値も $1005.1\mu\text{g}/\text{m}^3$ と暫定目標値 $400\mu\text{g}/\text{m}^3$ を上回った。

⑧検査結果：赤血球コリンエステラーゼは1.8単位と正常。IgE879IU/ml、IgERASTはヤケヒョウヒダニ（クラス2）、ビール酵母（1）と陽性。2002年7月に臨床検査に参加。診察上は、滑動性眼球運動に軽度の急速眼球運動が混在し（階段状運動）、上方注視がやや困難。鼻粘膜の腫脹がありアレルギー性鼻炎があった。NIRSによるガス吸入負荷試験ではトルエンとキシレンで O_2Hb が低下した。起立試験では、吸入負荷前に立位で O_2Hb 低下と頭痛が起き、ガス吸入負荷後の起立試験では O_2Hb の低下が著明となり、立位で頭痛、立ちくらみが誘発された。2003年3月の再検査でも同様の結果となった。

⑨総括：以上よりアレルギー性鼻炎、ダニ・イーストアレルギー、トルエンによるシックスクール症候群、起立性調節障害（化学物質吸入後悪化）と診断した。自宅では症状はないが、改修工事に伴い高濃度の化学物質（特にトルエン）に曝露し、感作され、新築中学校の体育館でさらに高濃度のトルエンに晒され発病したものと考えられる。

2. 化学物質濃度の経年変化と症状の変化に関する検討

2.1 化学物質濃度の経年変化

複数年にわたって調査を実施した住宅16軒のデータを

まとめたうえで、化学物質濃度および症状の変化について検討し、全体的な傾向を把握する。複数年にわたって調査を実施した住宅 16 軒の内訳は、2 回測定を実施した住宅が 12 軒 (75%)、3 回測定を実施した住宅が 4 軒 (25%) であった。まず、表 10 に、初年度と 2 年度における化学物質濃度測定値の最大値、平均値、中央値の比較について示す。なお、初年度と 2 年度において測定室は同一で対応している。全体として、カルボニル化合物については、濃度の低減する傾向が顕著ではなかったが、概ね VOC の物質については、年数とともに低減する傾向がみられる。各年度の化学物質濃度に差があるかどうか、測定対象となった物質毎に差の検定を試みた。ここで、化学物質濃度の結果には外れ値の存在が認められるため、今回は検定方法として、ノンパラメトリック検定 (ウィルコクソンの符号付順位和検定) を採用した。その結果、有意差の認められた物質については、表中に*を付記する (* $p<0.1$ 、** $p<0.05$ 、*** $p<0.01$)。ホルムアルデヒドおよびアセトアルデヒド濃度については、顕著に低減する傾向はみられないが、TVOC 濃度については、有意差が認められる結果となり、年数とともに濃度の低減する傾向が強いことがうかがえた。

2. 2 居住者の症状の変化

以下に、経年を追って調査を実施した住宅 16 軒の居住者の症状変化に関する検討結果を示す。初回の測定時に行った聞き取り調査の中で、「何か症状を感じている」と申告していた居住者、すなわち「調査時当初、発症者と思われた居住者」25 名における結果を図 5 に示す。調査後の事例検討から、「入居後に顕著な自覚症状を訴えた居住者」、すなわち、症状の発症に今回の入居が関連していると思われる居住者 23 名を抽出して検討を試みた結果を図 6 に示す。まず、「調査時当初、発症者と思われた居住者」25 名の QEESI 問診票「症状」項目の結果からは、初回調査時は気管粘膜症状と皮膚症状の 2 項目において、点数の平均値および中央値が高いことがわかる。2 回目の調査時の結果では、チャートの面積が小さくなり、症状全体としての平均値、中央値は初回より低い値を示している。そして、上記 2 項目を除いた項目については、点数の低減が顕著である傾向がみられた。次に、「入居後に顕著な自覚症状を訴えた居住者」、すなわち、症状の発症

に今回の入居が関連していると思われる居住者 23 名の結果から、チャートの形状はほぼ前問の結果と類似していること、初回調査時の結果からは、気管粘膜や皮膚症状、胃腸障害といった項目において、点数の平均値や中央値が高めであること、最頻値の結果も考慮すると、これら 3 項目は他の項目と比較して、点数の高いほうに度数が集中しており、強い症状を訴える人が多いことがうかがえる。複数の項目に症状を有していたのは 23 名中 21 名 (91%) と非常に多く、様々な器官に対して症状を感じていることがわかった。2 回目の調査時には、チャートの面積が小さくなっており、症状全体としての平均値と中央値も低い値を示している。特に、胃腸障害、認識障害、情緒障害、ならびに泌尿器障害といった項目では、顕著に点数が低くなっているが、一方で、気管粘膜症状、頭痛、筋肉・関節痛といった項目では、点数の低減が顕著ではない。このうち、気管粘膜症状については、23 名中 10 名 (43%) が既往歴として気管支喘息を有しているためとも考えられる。しかし、聞き取りによる自己申告の結果で、「症状は快方に向かっている」と申告した多くの居住者において、このようなアレルギー症状がなかなか快方へ向かわない一因としては、やはり住居が何らかの影響を及ぼしている可能性は考えられた。頭痛や筋肉・関節痛については慢性疲労にも属する症状であるといえる。シックハウス症候群は、慢性疲労症候群、アレルギー疾患など他の疾患と重複し、その境界線が不明確である性質を有する。そのため、頭痛や筋肉・関節痛といった慢性疲労系の症状が軽減しにくい一因としても、住居の関連が疑われる。

D. 考案と E. 結論

調査参加事例より、シックハウスと疑われる住宅において、共通している特徴や傾向をまとめると以下のようになる。

- ・症状の発現時期については、過去 4 年間のうちに調査を実施した全 56 軒中、住宅以外の要因の影響が考えられるた 15 軒と入居後に症状は現れたものの発症時期については明確ではなかった 7 軒を除外した 34 軒のうち、入居 1 ヶ月未満に症状を訴えた居住者のいる住宅は 19 軒 (59%) と多かった。入居後 1~3 ヶ月の間に症状を訴えた居住者のいる住宅は 3 軒 (9%)、3 ヶ月~1 年の間に症

状を訴えた居住者のいる住宅は4軒（12%）、1年以上経過してから症状を訴えた居住者のいる住宅は5軒（15%）となっている。3ヶ月以上経過後、症状を発症したケースでは20歳以上女性が多かった。よって患者の発症パターンに違いがみられた。

- ・患者の症状としては、多種多様な訴えがあるが、気管粘膜症状や皮膚症状の訴えが多かった。筋肉・関節痛、認識障害、情緒障害、神経障害といった身体の中枢を司る部分については、強い自覚症状を訴える患者の半数以上が、転居後ある程度の年数を経過した住宅の居住者であった。従って、こうした症状は持続する可能性が強いと思われる。

- ・年数の浅い住宅と年数の経過した住宅では、検出される化学物質の種類に差が認められた。前者においては、VOCでも芳香族やケトン類の物質が高濃度であるが、後者においては、p-ジクロロベンゼンやカルボニル化合物の物質等が高濃度を示す場合が多く、使用建材や居住者の持ち込みによる影響が考えられた。

- ・気密性の高い住宅では、年数が経過しても、化学物質濃度が低くなりにくい傾向がみられた。また機械換気設備を導入しているも、所期の性能を満たしておらず、換気不足となっている住宅が多かった。

- ・シックハウス症候群・シックスクール症候群を疑った症例では、生活空間中の化学物質濃度が高く、濃度の高い化学物質によってNIRSガス吸入負荷試験が陽性、または、症状が誘発される例が多かった。

- ・対象住宅全56軒中16軒の住宅では、複数年にわたって化学物質濃度の推移を追跡調査することができた。その結果、カルボニル化合物の物質は年数の経過に伴う濃度の変化は明確ではなく、減衰が確認できなかった。大部分のVOCについては、経年による減衰傾向が顕著であった。しかし、p-ジクロロベンゼンなど生活との関連の強い一部の物質では、使用状況による発生が認められた。

- ・追跡調査を行った住宅の居住者のうち、特に、「症状の発症・悪化に今回の入居が関連していると思われる居住者」については、初年度の調査時に、気管粘膜や皮膚症状、胃腸障害といった症状が強い傾向にあり、複数の項目に症状を呈したのは全体の90%以上を占めていた。上記居住者の多くは、追跡調査時に住環境の改善が認められた場合には、全体的に症状が軽減していた。しかし一方

で、気管粘膜症状、頭痛や筋肉・関節痛といった、アレルギーや慢性疲労とも関連のある症状項目では症状が持続するケースが認められた。

シックハウス症候群が疑われる事例において室内環境環境および居住者の健康状態に関する調査を実施した。多くの事例でシックハウスの原因として、建材や家具または日常生活品に由来すると思われる汚染化学物質の発生と、換気が不十分な状況が認められた。化学物質の濃度には、大きなばらつきがあったが、シックハウスと疑われる住宅では、厚生労働省による室内濃度指針値を超える対象室が多く存在した。一方、指針値以下の濃度の低い住宅もあった。よって、発症者の反応する化学物質の濃度には大きな幅があることが考えられるが、新築時の化学物質が高濃度な環境に曝露して、過敏性を獲得（感作）し、低濃度の化学物質が原因となって症状が誘発されるケースを考えると、現在の汚染状況のみならず、過去の汚染状況を把握しておくことが、病態解明・原因究明のために重要であると考えられた。特に一般のVOCについては、比較的揮発が早く、濃度が早期に減衰するため、これらの物質の健康被害への関与を明確にするには、なるべく新築時や発症直後の測定調査を実施することが望ましい。また、今回測定対象外であった化学物質（フタル酸エステル等）の影響も懸念されるため、より一層の詳細かつ正確な測定調査が求められる。対策としては、汚染源を室内に持ち込まないこと、換気による汚染質の除去が必須である。多くのVOCは新築時に高濃度であり、早期に減衰するため、十分な養生期間において入居することで曝露を減らす事ができる。時間が経過しても放散し続け、濃度が減衰しないホルムアルデヒド等の物質は、使用量自体を制限する必要がある。経過観察を行った事例では、重症事例を除けば、住環境の改善、治療（投薬や食事療法）により、病状の改善が見られている。

シックハウスによる居住者の症状の程度や許容できる化学物質の濃度には個人差があり、評価対象とすべき化学物質の種類も多いことが問題を難しくしているが、今後もより詳細な調査を実施し、発症者の症状を誘因する化学物質の推定を行い、症例の経過および化学物質曝露の経緯を併せて検討していく必要がある。

[謝辞]

今回の研究を進めるにあたりご尽力いただきました北里研究所病院臨床環境医学センター・センター長 石川哲先生に深謝いたします。また、臨床検査にご協力いただいた北里研究所病院臨床環境医学センター 坂部貢先生、同センタースタッフの方々、宮城厚生協会坂総合病院スタッフの方々、東北大学医学系研究科神経科学講座神経内科学 武田篤先生、実測調査およびデータ分析に携わった東北大学大学院工学研究科建築環境工学分野の学生諸君ならびに調査にご協力いただいた居住者の方々に厚く御礼申し上げます。

[参考文献]

- 1) 例えば、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) Miller CS, Prihoda TJ : The Environmental Exposure and Sensitivity Inventory (EESI), a standardized approach for measuring chemical intolerances for research and clinical applications. *Toxicology and Industrial Health*15, pp.370-385, 1999
- 3) 石川哲、宮田幹夫：化学物質過敏症－診断基準・診断に必要な検査法、アレルギー・免疫6, pp.990-998, 1999
- 4) 内海陸：Open-loop 赤外線電子瞳孔計による対光反応の基礎的分析、日眼会誌 83, pp.1524-1529, 1979
- 5) 小林幸雄、高崎住男、尾崎健夫、石塚雅治、鈴木進：近赤外光による組織酸素モニタ装置、*Therapeutic Research* 21, pp.1528-1531, 2000
- 6) 例えば、吉野博、角田和彦、北條祥子：室内空気中の化学物質汚染に関する研究、平成12・13年度 厚生科学研究費補助金 生活安全総合研究事業 シックハウス症候群の病態解明、診断治療法に関する研究 報告書

[論文発表]

- 1) 天野健太郎、吉野博、池田耕一、野崎淳夫：シックハウスにおける室内化学物質汚染の実態調査、*日本建築学会技術報告集*, 第13号, pp.131-134, 2001年7月
- 2) 吉野博、天野健太郎、池田耕一、野崎淳夫、飯田望、角田和彦、北條祥子、石川哲：シックハウスにおける化学物質による室内空気汚染と居住者の健康状況に関する実態調査、*日本建築学会技術報告集*, 第15号, pp.161-164, 2002年6月
- 3) 吉野博、天野健太郎、飯田望、角田和彦、北條祥子、石川哲：シックハウスの現状：室内空気質と健康との関係、*神経眼科*, 第19巻、第2号, pp.188-200, 2002年6月
- 4) Hiroshi Yoshino, Kentaro Amano, Koichi Ikeda, Atsuo Nozaki, Nozomi Iida, Kazuhiko Kakuta, Sachiko Hojo, Satoshi Ishikawa : FIELD SURVEY ON INDOOR AIR QUALITY AND OCCUPANTS' HEALTH CONDITIONS IN SICK HOUSES, 9th International Conference on Indoor Air Quality and Climate (Indoor Air 2002), Volume4, pp.119-124, July 2002
- 5) 飯田望、吉野博、天野健太郎、角田和彦、北條祥子、石川哲：シックハウスにおける居住環境の実態と健康に関する調査研究、*臨床環境医学*, 第11巻、第2号, pp.77-87, 2002年12月
- 6) 吉野博、天野健太郎、飯田望、松本麻里、池田耕一、野崎淳夫、角田和彦、北條祥子、石川哲：シックハウスにおける居住環境の実態と健康に関する調査研究、*日本建築学会計画系論文集* (2003年掲載予定)

[学会発表]

- 1) 飯田望、吉野博、石川哲、池田耕一、野崎淳夫、角田和彦、天野健太郎：シックハウスにおける室内空気質と居住者の健康状況に関する実態調査、*日本建築学会東北支部研究報告集*、計画系第64号, pp.31-34, 2001年6月
- 2) 吉野博、池田耕一、野崎敦夫、北條祥子、角田和彦、天野健太郎、飯田望：シックハウスにおける室内空気質の実態調査、第10回日本臨床環境医学会総会、2001年7月
- 3) 飯田望、吉野博、石川哲、池田耕一、野崎淳夫、角田和彦、天野健太郎：シックハウスにおける室内空気質と

居住者の健康状況に関する調査研究 その 1 室内空気質の実測調査結果、日本建築学会学術講演梗概集、D-2、pp.933-934、2001年9月

4) 天野健太郎、吉野博、石川哲、池田耕一、野崎淳夫、角田和彦、北條祥子、飯田望：シックハウスにおける室内空気質と居住者の健康状況に関する調査研究 その 2 問診票による調査及び化学物質過敏症検診の結果、日本建築学会学術講演梗概集、D-2、pp.933-934、2001年9月

5) 吉野博、天野健太郎、池田耕一、野崎淳夫、飯田望、角田和彦、北條祥子、石川哲：シックハウスの室内空気質と居住者の健康状況に関する調査、第25回人間-生活環境系シンポジウム研究報告集、pp.92-95、2001年12月

6) Kentaro Amano, Hiroshi Yoshino, Koichi Ikeda, Atsuo Nozaki, Nozomi Iida, Kazuhiko Kakuta, Sachiko Hojo, Satoshi Ishikawa : Field Survey on Indoor Air Quality and Occupants' Health Condition in Sick Houses, Winter Cities 2002 Aomori, Proceedings of Winter City Forum, pp.425-430, February, 2002

7) 松本麻里、吉野博、池田耕一、野崎淳夫、天野健太郎、飯田望、角田和彦、北條祥子、武田篤、石川哲：シックハウスにおける居住環境の実態と健康に関する調査研究 その 1 居住環境に関するアンケート調査と室内化学物質濃度測定、日本建築学会東北支部研究報告集、計画系第65号、pp.97-100、2002年6月

8) 鈴木憲高、吉野博、池田耕一、野崎淳夫、天野健太郎、和田淳、飯田望、松本麻里：シックハウスにおける居住環境の実態と健康に関する調査研究 その 2 換気性状と室内空気質に関する調査、日本建築学会東北支部研究報告集、計画系第65号、pp.105-108、2002年6月

9) 飯田望、吉野博、池田耕一、野崎淳夫、天野健太郎、松本麻里、角田和彦、北條祥子、武田篤、石川哲：シックハウスにおける居住環境の実態と健康に関する調査研究 その 3 問診票による調査および化学物質過敏症検診の結果、日本建築学会東北支部研究報告集、計画系第65号、pp.101-104、2002年6月

10) 天野健太郎、吉野博、池田耕一、野崎淳夫、飯田望、松本麻里、鈴木憲高、角田和彦、北條祥子、武田篤、石川哲：シックハウスにおける居住環境の実態と健康に関する調査研究 その 4 シックハウスの事例検証、日本建築学会東北支部研究報告集、計画系第65号、pp.93-96、2002年6月

11) 飯田望、吉野博、石川哲、池田耕一、野崎敦夫、北條祥子、角田和彦、北條祥子、天野健太郎、松本麻里：シックハウスにおける居住環境の実態と健康に関する調査研究、第11回日本臨床環境医学会総会、pp.101、2002年7月

12) 松本麻里、吉野博、池田耕一、野崎淳夫、天野健太郎、飯田望、鈴木憲高、角田和彦、北條祥子、石川哲：シックハウスにおける室内空気質と居住者の健康状況に関する調査研究 その 3 第2次調査の概要と室内化学物質濃度の測定結果、日本建築学会学術講演梗概集、D-2、pp.929-930、2002年8月

13) 鈴木憲高、吉野博、池田耕一、野崎淳夫、天野健太郎、和田淳、飯田望、松本麻里：シックハウスにおける室内空気質と居住者の健康状況に関する調査研究 その 4 換気性状と化学物質濃度の関係についての調査、日本建築学会学術講演梗概集、pp.931-932、D-2

14) 飯田望、吉野博、池田耕一、野崎淳夫、天野健太郎、松本麻里、角田和彦、武田篤、北條祥子、石川哲：シックハウスにおける室内空気質と居住者の健康状況に関する調査研究 その 5 問診票による調査および化学物質過敏症検診の結果、日本建築学会学術講演梗概集、D-2、pp.933-934、2002年8月

15) 天野健太郎、吉野博、池田耕一、野崎淳夫、飯田望、松本麻里、鈴木憲高、角田和彦、北條祥子、石川哲：シックハウスにおける室内空気質と居住者の健康状況に関する調査研究 その 6 シックハウスの事例検証、日本建築学会学術講演梗概集、pp.935-936、D-2、2002年8月

16) 吉野博、天野健太郎、飯田望、松本麻里、池田耕一、野崎淳夫、角田和彦、北條祥子、石川哲：シックハウスの室内空気質と居住者の健康状況に関する調査 その 2、第26回人間-生活環境系シンポジウム研究報告集、pp.61-64、2002年12月

17) Kazuhiko Kakuta, Hiroshi Yoshino, Kentaro Amano, Nozomi Iida, Miki Takada, Mari Matsumoto, Kazumi Katagiri, Sachiko Hojo, Atsushi Takeda, Satoshi Ishikawa : Diagnosis and Follow-up of Sick house syndrome, Proceedings of 2003 International Symposium on Indoor Air Quality and Health Hazards, pp.66-73, 2003.1

18) Sachiko Hojo, Hiroshi Yoshino, Kazuhiko Kakuta, Satoshi Ishikawa : A Questionnaire Survey among Japanese using the

QEESI, Proceedings of 2003 International Symposium on Indoor Air Quality and Health Hazards, pp.177-180, 2003.1

19) Hiroshi Yoshino, Kentaro Amano, Nozomi Iida, Mari Matsumoto, Kouichi Ikeda, Atsuo Nozaki, Kakuta Kazuhiko, Sachiko Hojo, Satoshi Ishikaw : a Field Survey on Indoor Air Quality and Occupants' Health Conditions in Sick Houses, Proceedings of 2003 International Symposium on Indoor Air Quality and Health Hazards, pp.191-197, 2003.1

20) Hiroshi Yoshino, Haruki Osawa, Yasuo Kuwasawa, Teruaki Mitamura, Norie Takizawa, Miki Takada, Sachiko Hojo : IAQ Measurement of Three School Buildings in Miyagi Prefecture, Japan, Proceedings of 2003 International Symposium on Indoor Air Quality and Health Hazards, 2003.1

表1 化学物質濃度の測定結果 (住宅MH)

単位: ppm

測定対象物質名	住宅MH								
	2000			2001			2002		
	1F居間	1F和室	2F子供部屋	1F居間	2F寝室	1F和室	1F居間	2F寝室	1F和室
ホルムアルデヒド	0.12	0.14	0.07	0.06	0.18	0.13	0.12	0.12	0.14
アセトアルデヒド	0.06	0.04	0.09	0.00	0.03	0.00	0.15	0.11	0.15

単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$

測定対象物質名	住宅MH								
	2000			2001			2002		
	1F居間	1F和室	2F子供部屋	1F居間	2F寝室	1F和室	1F居間	2F寝室	1F和室
脂肪族炭化水素	n-ヘキサン	9.20	12.90	6.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2,2,4-トリメチルペンタン	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	n-ヘプタン	7.83	27.50	7.22	9.06	6.24	24.53	0.00	3.17
	n-オクタン	13.30	55.70	16.10	16.39	9.80	12.14	4.24	5.24
	n-ノン	5.01	20.90	4.24	0.00	0.00	0.00	3.28	5.04
	n-デカン	25.20	101.00	21.50	7.44	0.00	7.53	11.15	11.45
	n-ウンデカン	12.40	49.90	9.41	0.00	0.00	0.00	3.54	4.19
	n-ドデカン	15.80	57.10	7.19	0.00	0.00	0.00	12.19	3.23
	n-トリデカン	14.60	54.50	6.36	0.00	0.00	0.00	error	18.36
	芳香族炭化水素	ベンゼン	31.50	62.20	25.40	0.00	9.29	13.29	0.00
トルエン		70.20	248.00	87.40	42.65	50.42	42.33	77.32	46.93
エチルベンゼン		7.15	23.40	6.75	0.00	0.00	0.00	5.97	2.71
m,p-キシレン		5.67	18.80	5.68	0.00	0.00	0.00	6.20	3.67
o-キシレン		3.41	11.50	3.32	0.00	0.00	0.00	5.50	5.38
1,3,5-トリメチルベンゼン		14.20	7.95	11.60	4.66	0.00	4.74	5.42	4.51
1,2,4-トリメチルベンゼン		4.84	16.90	3.47	33.46	34.99	37.73	3.77	4.33
1,2,3-トリメチルベンゼン		51.60	134.00	21.40	16.39	15.40	14.55	15.13	4.34
ハロゲン化炭化水素	ジクロロメタン	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	トリクロロエチレン	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	テトラクロロエチレン	0.00	21.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
テルペン類	2-ピネン	129.00	725.00	108.00	30.60	42.71	35.07	61.60	21.69
エステル類	酢酸エチル	45.10	219.00	35.60	27.57	27.98	28.04	21.74	9.00
	酢酸ブチル	17.70	18.40	15.60	0.00	0.00	0.00	6.39	0.00
ケトン類	アセトン	39.40	73.80	28.80	0.00	0.00	0.00	0.00	27.92
	メチルエチルケトン	30.90	183.00	77.30	16.82	15.65	12.37	error	error
	メチルイソブチルケトン	15.80	32.70	14.70	38.37	31.74	59.90	0.00	30.86
アルコール類	メチルイソブチルケトン	4.10	12.90	2.87	0.00	0.00	9.60	4.97	3.67
	エタノール	48.50	93.80	41.80	71.81	48.31	39.75	0.00	0.00
	1-ブタノール	6.59	12.90	4.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
同定物質 ⁽¹⁾	629.00	2295.25	572.70	315.23	292.53	341.55	248.43	124.00	271.85
その他の同定物質 ⁽²⁾	26.73	60.40	21.29	27.16	0.00	33.03	17.06	0.00	8.56
未同定物質 ⁽³⁾	226.00	1280.00	188.00	167.87	133.40	187.60	96.62	59.34	150.29
TVOC (I+II+III)	881.73	3635.65	781.99	510.26	425.93	562.19	362.11	183.34	430.70

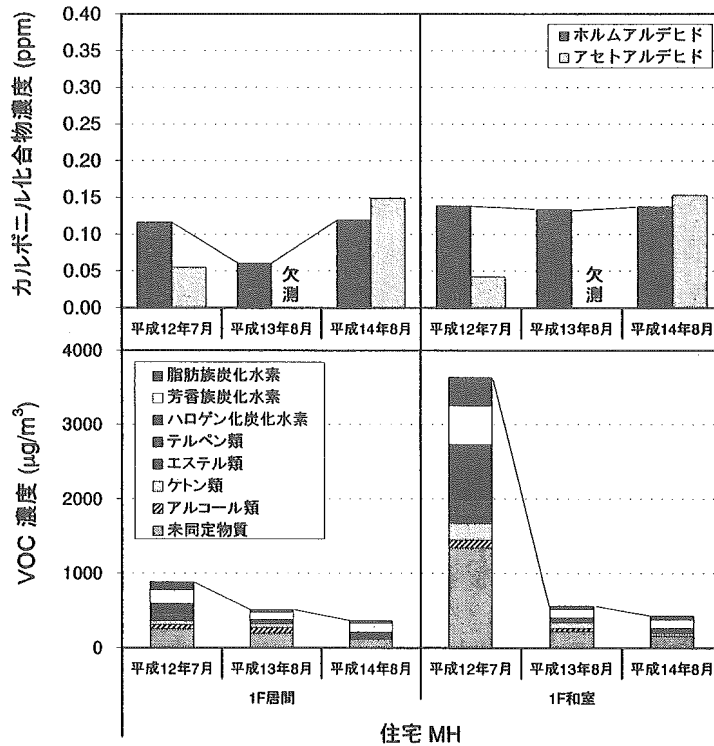


図1 化学物質濃度の経年変化 (住宅MH)

表2 化学物質濃度の測定結果 (住宅KK)

単位: ppm

測定対象物質名	住宅KK								
	2000			2001			2002		
	1F居間	2F子供室1	2F書斎	1F居間	2F子供室1	2F子供室2	1F居間	2F子供室1	2F子供室2
ホルムアルデヒド	0.14	0.20	0.42	0.15	0.07	0.22	0.19	0.17	0.15
アセトアルデヒド	0.13	0.18	0.17	error	0.24	0.20	0.15	0.16	0.16

単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$

測定対象物質名	住宅KK								
	2000			2001			2002		
	1F居間	2F子供室1	2F書斎	1F居間	2F子供室1	2F子供室2	1F居間	2F子供室1	2F子供室2
脂肪族炭化水素	n-ヘキサン	4.93	12.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2,2,4-トリメチルペンタン	0.00	4.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	n-ヘプタン	14.60	4.28	0.00	0.00	0.00	0.00	7.96	0.00
	n-オクタン	10.80	9.86	10.70	14.26	17.82	11.34	7.17	4.79
	n-ノン	5.33	15.60	41.60	30.28	24.87	21.85	16.61	5.97
	n-デカン	26.20	43.20	34.40	28.72	25.89	22.68	22.36	6.92
	n-ウンデカン	9.57	10.80	16.60	0.00	0.00	0.00	9.72	3.68
	n-ドデカン	2.74	10.00	6.37	14.25	12.39	10.15	6.31	3.28
	n-トリデカン	0.00	2.15	3.71	0.00	0.00	0.00	4.68	0.00
芳香族炭化水素	ベンゼン	23.60	14.00	10.60	15.33	15.01	14.47	0.00	0.00
	トルエン	134.00	25.80	8.74	50.72	51.74	49.70	64.80	69.54
	エチルベンゼン	22.90	6.13	10.50	0.00	0.00	0.00	6.72	3.76
	m,p-キシレン	32.90	4.04	4.39	10.03	9.82	8.89	8.84	6.57
	o-キシレン	16.80	0.00	2.47	9.32	7.82	0.00	4.00	3.03
	1,3,5-トリメチルベンゼン	4.62	2.11	4.10	0.00	0.00	0.00	5.88	3.38
	1,2,4-トリメチルベンゼン	20.00	6.45	8.19	10.35	8.76	8.06	8.03	3.40
	1,2,3-トリメチルベンゼン	9.12	43.20	7.93	5.87	0.00	0.00	84.06	38.64
ハロゲン化炭化水素	ジクロロメタン	58.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	トリクロロエチレン	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	テトラクロロエチレン	17.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	p-ジクロロベンゼン	14.40	189.00	14.80	0.00	0.00	0.00	0.00	38.64
テルペン類	2-ピネン	2.59	418.00	6.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
エステル類	酢酸エチル	13.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.58	6.64
	酢酸ブチル	40.90	22.30	10.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ケトン類	アセトン	56.00	85.80	12.90	13.55	14.46	18.81	error	error
	メチルエチルケトン	18.60	0.00	16.80	0.00	0.00	0.00	21.58	40.03
アルコール類	メチルイソブチルケトン	13.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	エタノール	187.00	0.00	0.00	122.47	87.61	89.18	0.00	0.00
	1-ブタノール	18.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
同定物質 ⁽¹⁾	778.50	929.28	231.20	325.15	276.18	255.14	290.29	238.29	164.91
その他の同定物質 ⁽²⁾	6.19	9.86	3.05	0.00	0.00	5.87	0.00	12.50	0.00
未同定物質 ⁽³⁾	165.00	596.00	183.00	48.57	33.84	21.11	280.80	113.13	85.00
TVOC (I+II+III)	949.69	1535.14	417.25	373.72	310.02	282.12	571.09	363.92	249.99

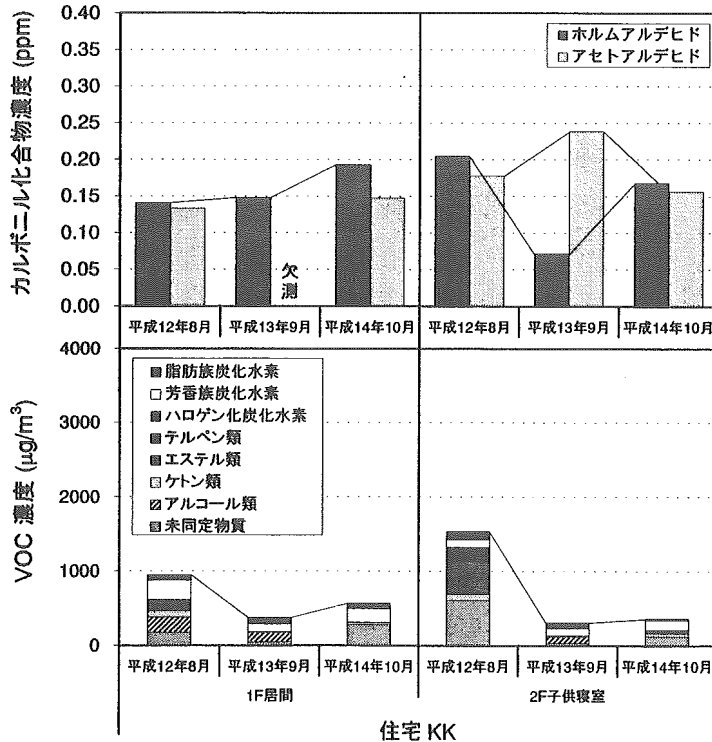


図2 化学物質濃度の経年変化 (住宅KK)

表3 化学物質濃度の測定結果（住宅MR）

単位：ppm

測定対象物質名	住宅MR					
	2001			2002		
	1F居間	2F寝室	2F洋室	1F居間	2F寝室	2F洋室
ホルムアルデヒド	0.12	0.12	0.14	0.16	0.17	0.18
アセトアルデヒド	0.37	0.29	0.31	0.21	0.35	0.40

単位：μg/m³

測定対象物質名	住宅MR					
	2001			2002		
	1F居間	2F寝室	2F洋室	1F居間	2F寝室	2F洋室
脂肪族炭化水素	n-ヘキサン	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2,2,4-トリメチルペンタン	26.80	25.27	18.62	0.00	0.00
	n-ヘプタン	8.69	0.00	0.00	15.80	16.09
	n-オクタン	46.48	51.39	37.56	34.78	34.38
	n-ノナン	63.34	32.76	32.57	7.58	6.91
	n-デカン	68.47	61.73	56.93	45.38	50.98
	n-ウンデカン	175.74	174.98	174.98	19.69	38.94
	n-ドデカン	86.13	111.36	124.84	14.89	19.97
	n-トリデカン	0.00	0.00	0.00	14.81	9.41
芳香族炭化水素	ベンゼン	27.52	38.99	24.39	0.00	0.00
	トルエン	144.51	132.23	121.60	69.10	57.66
	エチルベンゼン	31.70	6.58	5.98	2.92	2.68
	m,p-キシレン	22.63	13.19	12.62	4.05	3.98
	o-キシレン	16.00	10.86	11.48	21.00	21.39
	1,3,5-トリメチルベンゼン	14.12	18.03	7.49	22.17	21.90
	1,2,4-トリメチルベンゼン	33.83	19.04	19.07	3.50	3.03
	1,2,3-トリメチルベンゼン	80.88	78.43	64.99	41.10	33.00
	ジクロロメタン	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	トリクロロエチレン	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ハロゲン化炭化水素	テトラクロロエチレン	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	p-ジクロロベンゼン	61.99	53.33	50.10	60.20	45.69
テルペン類	2-ピネン	760.95	445.10	427.92	337.34	205.59
エステル類	酢酸エチル	14.41	0.00	0.00	13.04	9.62
	酢酸ブチル	62.33	44.25	42.38	23.26	67.90
ケトン類	アセトン	93.86	92.29	75.31	error	error
	メチルエチルケトン	12.57	17.73	13.81	0.00	26.12
	メチルイソブチルケトン	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
アルコール類	エタノール	157.89	80.36	37.54	0.00	0.00
	1-ブタノール	22.17	27.97	26.57	0.00	0.00
未同定物質	同定物質 ⁽¹⁾	2033.00	1535.88	1386.76	750.63	675.24
	その他の同定物質 ⁽²⁾	36.04	49.88	53.44	0.00	0.00
	未同定物質 ⁽³⁾	1006.74	769.04	661.25	739.46	610.37
	TVOC (I+II+III)	3075.78	2354.80	2101.44	1490.09	1285.62

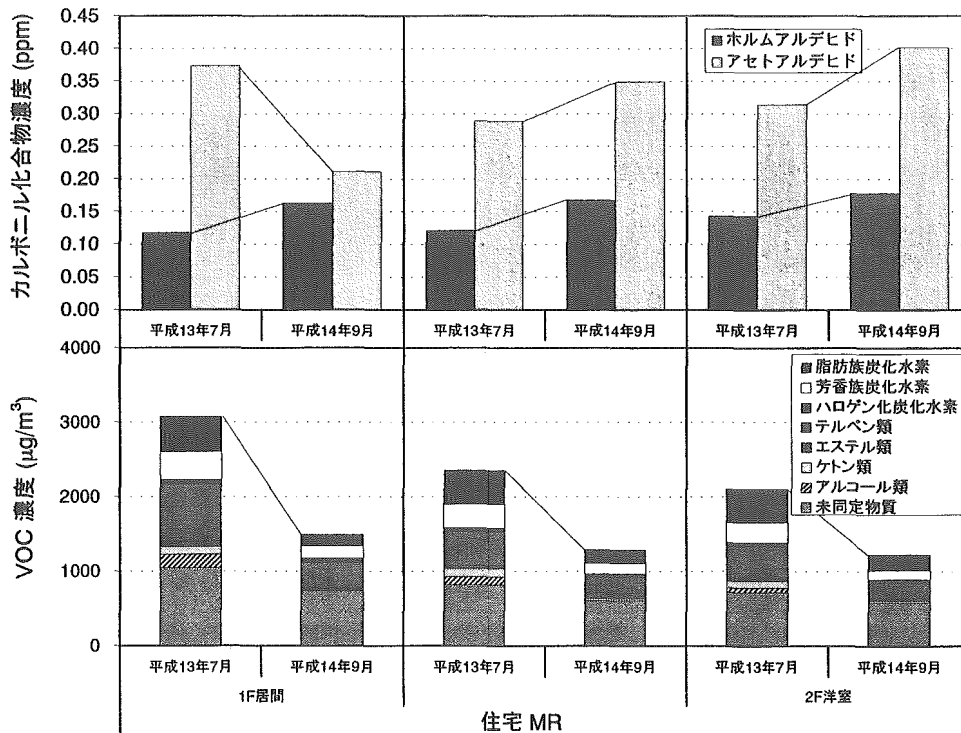


図3 化学物質濃度の経年変化（住宅MR）

表4 化学物質濃度の測定結果 (住宅TS)

単位: ppm

測定対象物質名	住宅TS								
	2000			2002			2002		
	1F居間	2F居室(和室)	2Fトイレ	1F居間	2F居室(和室)		1F居間	2F居室(和室)	2F子供部屋
ホルムアルデヒド	0.04	0.09	0.09	0.22	0.32		0.07	0.24	0.07
アセトアルデヒド	0.05	0.25	0.15	0.22	0.14		0.15	0.22	0.08

単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$

測定対象物質名	住宅TS									
	2000			2002			2002			
	1F居間	2F居室(和室)	2Fトイレ	1F居間	2F居室(和室)		1F居間	2F居室(和室)	2F子供部屋	
脂肪族炭化水素	n-ヘキサン	7.28	3.08	7.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	2,2,4-トリメチルペンタン	23.10	6.11	25.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	n-ヘプタン	2.43	2.22	0.00	7.63	0.00	0.00	0.00	0.00	
	n-オクタン	44.60	27.50	22.10	4.10	0.00	0.00	0.00	7.20	
	n-ノナン	148.00	57.30	54.20	12.29	2.65		3.22	0.00	3.71
	n-デカン	298.00	64.00	162.00	64.42	16.67		15.54	10.75	23.34
	n-ウンデカン	109.00	21.90	57.00	14.61	4.55		3.96	2.79	5.40
	n-ドデカン	4.45	0.00	0.00	2.70	0.00		5.54	5.52	15.11
	n-トリデカン	0.00	0.00	16.60	0.00	error		0.00	0.00	0.00
	ベンゼン	16.10	5.16	0.00	11.00	6.14		0.00	0.00	0.00
芳香族炭化水素	トルエン	792.00	466.00	602.00	103.91	87.37		49.93	44.55	57.63
	エチルベンゼン	84.30	25.60	80.70	12.39	11.54		0.00	0.00	2.69
	m,p-キシレン	83.20	28.60	66.90	19.25	13.50		6.10	3.61	7.54
	o-キシレン	49.30	0.00	31.60	52.12	error		0.00	0.00	5.69
	1,3,5-トリメチルベンゼン	39.20	20.80	21.40	2.64	10.38		3.56	3.42	10.26
	1,2,4-トリメチルベンゼン	60.10	19.20	38.10	14.51	5.88		4.21	2.66	4.47
	1,2,3-トリメチルベンゼン	34.30	22.40	21.20	49.92	12.34		11.94	7.28	11.26
ハロゲン化炭化水素	ジクロロメタン	5024.00	966.00	4360.00	350.23	50.32		176.88	104.74	197.58
	トリクロロエチレン	2.29	1.09	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00
	テトラクロロエチレン	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00
	p-ジクロロベンゼン	32.80	199.00	24.50	536.17	9771.96		82.11	2109.09	313.61
テルペン類	2-ピネン	1030.00	672.00	1010.00	180.66	86.20		23.00	28.15	33.97
エステル類	酢酸エチル	33.60	12.10	14.60	20.20	13.19		0.00	0.00	0.00
	酢酸ブチル	30.40	0.00	0.00	20.56	22.08		0.00	0.00	12.97
ケトン類	アセトン	445.00	397.00	597.00	error	error		error	error	error
	メチルエチルケトン	112.00	36.80	76.40	14.45	19.01		0.00	0.00	26.67
	メチルイソブチルケトン	30.00	38.70	64.50	0.00	3.25		0.00	0.00	0.00
アルコール類	エタノール	550.00	164.00	194.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00
	1-ブタノール	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00
固定物質 ⁽¹⁾	9085.45	3256.56	7549.27	1493.77	10162.64		385.99	2322.55	739.12	
その他の固定物質 ⁽²⁾	186.74	76.80	153.80	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	
未固定物質 ⁽³⁾	2020.00	776.00	877.00	501.65	110.86		395.95	48.63	168.64	
TVOC (I+II+III)	11292.19	4109.36	8580.07	1995.42	10273.51		781.94	2371.18	907.75	

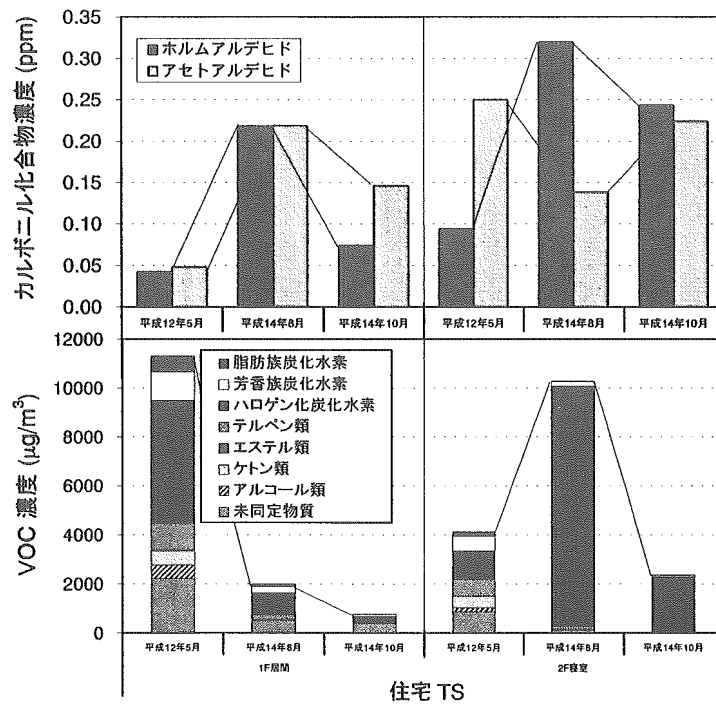
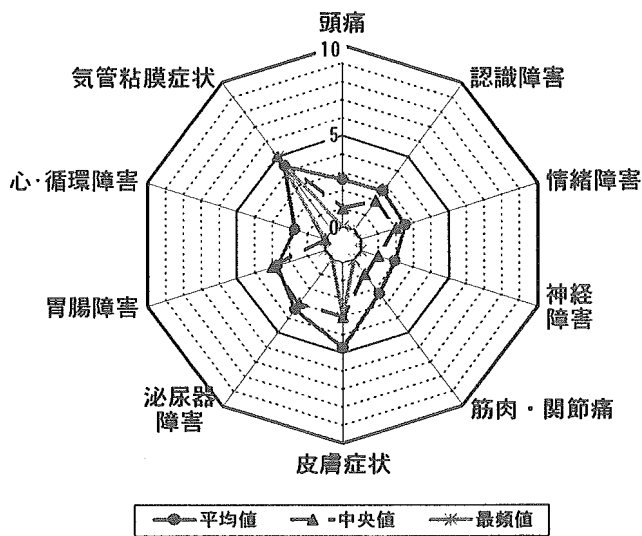


図4 化学物質濃度の経年変化 (住宅TS)

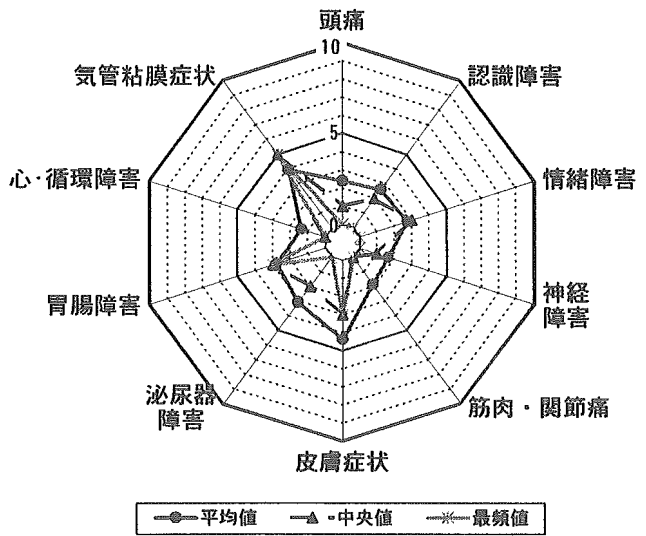
表10 住宅16軒(36室)の初年度と2年度における化学物質濃度測定値の最大値、平均値、中央値の比較

分類	物質名	単位	室内濃度・初回測定時				室内濃度・2回目測定時				
			データ数	最大値	平均値	中央値	データ数	最大値	平均値	中央値	
カルボニル化合物	ホルムアルデヒド	ppm	36	0.31	0.14	0.12	36	0.32	0.13	0.13	
	アセトアルデヒド	ppm	32	0.37	0.14	0.11	36	0.40	0.14	0.14	
脂肪族炭化水素	ヘキサン	μg/m ³	36	140.0	7.8	0.0	36	0.0	0.0	0.0	***
	iso-オクタン	μg/m ³	36	26.8	3.4	0.0	36	6.3	0.4	0.0	**
	ヘプタン	μg/m ³	36	102.0	13.3	4.7	36	48.4	10.2	1.4	
	オクタン	μg/m ³	36	188.0	23.4	12.8	36	117.9	16.8	6.0	**
	ノナン	μg/m ³	36	382.0	26.4	8.5	36	220.5	20.0	5.6	
	n-デカン	μg/m ³	36	309.0	36.8	13.5	36	159.1	23.6	8.8	
	ウンデカン	μg/m ³	36	175.7	30.2	5.8	36	57.2	6.5	0.0	***
	ドデカン	μg/m ³	36	124.8	15.3	4.6	36	47.2	9.1	5.2	
	トリデカン	μg/m ³	36	54.5	5.4	2.0	35	35.2	4.4	0.0	
	小計	μg/m ³	36	1144.9	162.0	72.7	36	587.5	90.8	42.1	**
	芳香族炭化水素	ベンゼン	μg/m ³	36	104.0	25.6	23.5	36	91.3	10.2	7.2
トルエン		μg/m ³	36	1660.0	189.0	60.9	36	265.6	63.4	51.2	*
エチルベンゼン		μg/m ³	36	638.0	59.0	10.5	36	60.5	8.4	2.8	***
m,p-キシレン		μg/m ³	36	296.0	39.8	13.6	36	84.0	11.7	8.0	***
o-キシレン		μg/m ³	35	66.2	16.6	11.3	28	52.1	8.7	0.0	**
1,3,5-トリメチルベンゼン		μg/m ³	36	39.2	9.1	6.5	36	28.6	7.0	4.8	
1,2,4-トリメチルベンゼン		μg/m ³	36	77.2	10.8	4.2	36	75.2	11.4	4.3	
1,2,3-トリメチルベンゼン		μg/m ³	36	189.0	30.7	11.0	36	50.1	12.4	6.5	***
小計	μg/m ³	36	2713.6	380.2	197.5	36	461.5	131.9	132.1	***	
ハロゲン化炭化水素	ジクロロメタン	μg/m ³	36	5024.0	169.1	0.0	36	350.2	11.7	0.0	*
	トリクロロエチレン	μg/m ³	36	33.3	2.5	0.0	36	0.0	0.0	0.0	**
	テトラクロロエチレン	μg/m ³	36	145.0	9.1	0.0	36	26.8	1.6	0.0	
	o-ジクロロベンゼン	μg/m ³	36	1180.0	156.8	51.7	36	9772.0	332.8	29.8	**
	小計	μg/m ³	36	5059.1	337.6	63.9	36	9822.3	346.0	32.8	***
テルペン類	2-ピネン	μg/m ³	36	2140.0	209.2	14.2	36	387.4	59.7	24.5	**
	小計	μg/m ³	36	2140.0	209.2	14.2	36	387.4	59.7	24.5	**
エステル類	酢酸エチル	μg/m ³	36	121.0	22.8	10.7	36	30.6	5.3	0.0	***
	酢酸ブチル	μg/m ³	36	153.0	45.8	36.0	36	93.2	18.0	0.0	***
	小計	μg/m ³	36	274.0	68.7	52.5	36	95.6	23.3	4.1	***
ケトン類	アセトン	μg/m ³	36	601.0	82.7	38.1	21	66.1	8.7	0.0	***
	メチルエチルケトン	μg/m ³	36	112.0	18.6	13.5	36	228.8	22.8	4.9	
	メチルイソブチルケトン	μg/m ³	36	135.0	17.2	0.0	36	77.2	6.2	0.0	
	小計	μg/m ³	36	798.6	118.4	51.3	36	277.3	34.1	14.5	***
アルコール類	エタノール	μg/m ³	35	550.0	60.9	2.9	36	499.5	36.1	0.0	**
	1-ブタノール	μg/m ³	36	30.2	8.8	5.8	36	8.6	0.4	0.0	***
	小計	μg/m ³	36	550.0	68.0	26.7	36	499.5	36.5	0.0	
同定物質合計		μg/m ³	36	9085.5	1344.1	676.3	36	10162.6	722.4	385.3	***
その他の同定物質		μg/m ³	36	186.7	27.1	13.0	36	39.9	6.4	0.0	
未同定物質		μg/m ³	36	2500.0	519.4	145.0	36	1123.6	229.9	166.0	*
(その他の同定物質+未同定物質)の合計		μg/m ³	36	2544.2	546.5	170.0	36	1131.8	236.3	60.0	
TVOC		μg/m ³	36	11292.2	1890.6	872.8	36	10273.5	958.6	603.3	***

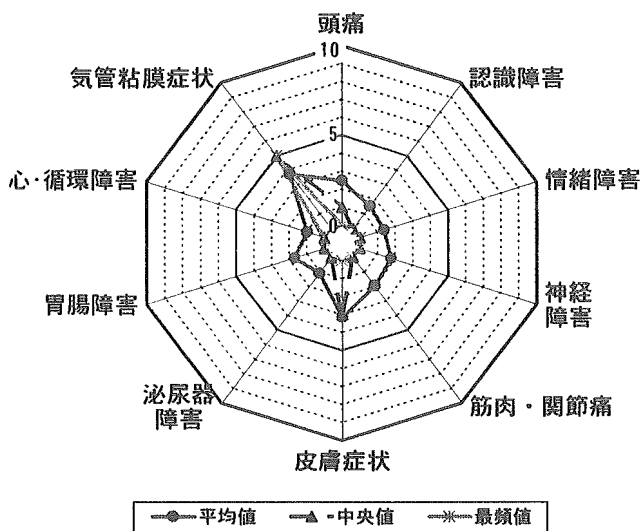
(*<0.1, **<0.05, ***<0.01)



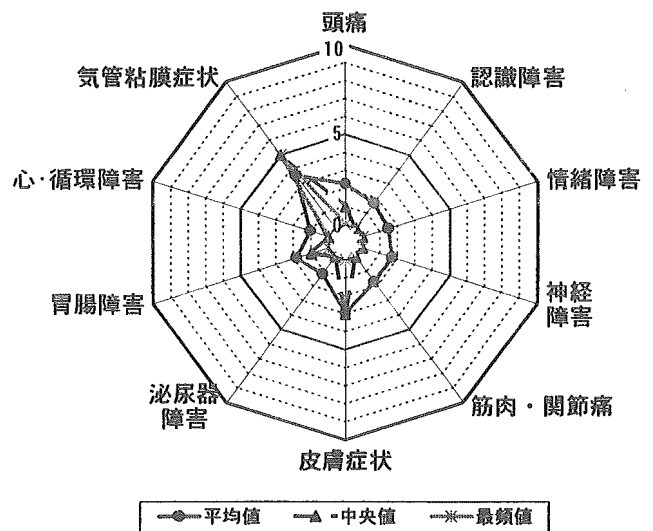
【居住者 25 名の初回測定時の結果】



【居住者 23 名の初回測定時の結果】



【居住者 25 名の 2 回目測定時の結果】



【居住者 23 名の 2 回目測定時の結果】

図 5 調査時当初、発症者と思われた 25 名における、QEESI 問診票「症状」各質問の平均値、中央値、最頻値

図 6 事例検討後、入居後に顕著な自覚症状を訴えた居住者（発症者）23 名における、QEESI 問診票「症状」各質問の平均値、中央値、最頻値

シックハウス症候群の診断と経過観察—クリーンルームではない一般検査室で実施した近赤外線脳内酸素モニターによるガス吸入負荷試験（ポリ袋を使った簡易吸入法）と起立試験の有用性の研究

角田和彦¹、吉野博・天野健太郎・飯田望・高田美紀・松本麻里・片桐寿美²、北條祥子³、武田篤⁴、石川哲⁵

1：宮城厚生協会坂総合病院小児科、2：東北大学大学院工学研究科都市建築学専攻、3：尚絅女学院短期大学人間関係科、4：東北大学医学部神経内科、5：北里研究所病院臨床環境医学センター

研究要旨

シックハウス症候群の診断と経過観察において、微量化学物質汚染がある検査室で実施した近赤外線脳内酸素モニター（NIRS）による化学物質吸入負荷試験とガス吸入負荷前後の起立試験の有用性を研究した。労働環境基準内濃度の5種類のガスを各々ポリエチレンの袋内で揮発させて吸入するという簡易な方法で、約1分間吸入した。ガス吸入負荷試験では、シックハウス症候群13例中全例が何らかの化学物質で陽性所見を呈した。また、13例中9例で何らかの症状が誘発された。対照群では6例中2例が陽性所見を呈し、全例で症状は誘発されなかった。ガス吸入負荷前の起立試験ではシックハウス症候群13例中8例が陽性で、ガス吸入負荷後には3例がガス吸入負荷前の正常から陽性になり、11例で陽性となった。シックハウス症候群5例を1年から1年半の間NIRSを使って観察した。病状改善時には所見、特に起立試験での所見が改善したが、症状悪化時や非改善1例では所見の改善はみられなかった。つまり、NIRS所見は臨床症状の経過をよく反映していた。シックハウス症候群13例中3例の症状増悪時にスマトリプタンが著効し、臨床症状は20～30分で改善した。1症例では症状増悪時に使用したスマトリプタンによってNIRSの起立試験所見が改善した。またこの症例では、選択的セロトニン再吸収阻害剤SSRIであるフラボキサミンの投与で頭痛や吐き気、立ちくらみなどの神経症状およびNIRSの起立試験所見が改善した。したがって、シックハウス症候群の中にはセロトニンが病態に影響している症例の存在が示唆された。NIRSを使った化学物質吸入負荷試験とガス吸入負荷前後の起立試験は、極微量化学物質によって室内空気が汚染された一般の検査室でも施行可能であり、シックハウス症候群の他覚的診断及び経過観察、さらに薬剤の効果判定に有用であった。より安全で確実に診断できる方法として施行するためには、負荷方法などに改良を加えていく必要がある。

Abstract

For diagnosis and follow-up of sick house syndrome (SHS), we studied usability of chemical gas inhalation load test and orthostatic stress test before and after gas inhalation using near-infrared spectroscopy (NIRS) in polluted inspection room by trace chemical substance. The inhalation method was simple and it was set up so that the 5 chemicals were volatilized each in a bag of polyethylene separately and the gases were inhaled for one minute. All 13 subjects with SHS became positive for some chemical substance in gas inhalation load test. 9 subjects were induced symptoms. Only 2 subjects of 6 control subjects were positive. All of control subjects had no symptom. 8 subjects of 13 subjects with SHS were positive in orthostatic stress test before gas inhalation load. After gas inhalation load, 3 negative subjects became positive. Finally, 11 subjects with SHS were positive in orthostatic stress test. 5 subjects were follow-upped by this test for 1~1.5 years. In the period of clinical manifestation improvement, the views of this test was improved, in particularly the views of orthostatic stress test was improved. In the period of an acute aggravation of symptoms and in one case who did not improve his symptoms, the views of this test were not improved. The views of NIRS reflected progress of SHS well. In 3 subjects of 13 subjects with SHS, Sumatriptan was very effective on the aggravation of symptoms and the clinical manifestation was improved in 20-30 minutes. In one subject, the views of orthostatic stress test were improved by sumatriptan which was used in an aggravation of symptoms. In addition, in this subject, neurological symptoms such as a headache and nausea, dizziness were improved by the medication of fluvoxamine which was selective serotonin reabsorption inhibitor (SSRI). Therefore, the existence of the subjects whose condition of SHS was influenced by serotonin was suggested. The chemical gas inhalation load test and orthostatic stress test using NIRS in polluted inspection room by

trace chemical substance is useful for the diagnosis and follow-up of SHS, furthermore, for a judgment of an effect of medicine. It is necessary to add improvement to load methods in order to safety and certain diagnosis method.

Keyword: Sickhouse syndrome, Chemical hypersensitivity, Near infrared spectroscopy, Orthostatic stress test, Chemical gas inhalation load test

連絡先

角田和彦、坂総合病院小児科、〒985-0024 宮城県塩釜市錦町 16-5 TEL:022-365-5175 FAX:022-365-6555
E-Mail: BZH07614@nifty.ne.jp

A. 研究目的

化学物過敏症の診断のためにおこなわれる化学物質の吸入負荷試験は、微量の化学物質を負荷するため、負荷前に極微量の化学物質しか存在しない状態に設計し運営されている部屋（クリーンルームやクリーンブース）に入り、化学物質過敏症を隠そうとする状態（マスクング）を取り除いておく必要がある。しかし、一般の市中病院では高価な建設費と管理・維持費が必要なクリーンブースを所有することは困難である。この研究ではクリーンルームではない一般検査室で実施する近赤外線脳内酸素モニターのシックハウス症候群の診断および経過観察における有用性を研究した(1、2)。

B. 研究方法

対象は当院で1997年から2001年の間に詳細な問診、臨床症状と臨床経過からシックハウス症候群を疑ったシックハウス症候群13症例（11歳から42歳まで平均18.0歳、男8例女5例）、シックハウス症候群様の症状がない対照群（患者家族またはボランティア）6症例（11歳から41歳まで平均30.3歳、男2例女4例）である。

近赤外線酸素モニター（Near infrared spectroscopy）は（Fig 1）、組織に近赤外線を照射し反射してきた近赤外線の減衰を測定し、脳組織内の酸素化ヘモグロビン（以下O₂Hb）と脱酸素化ヘモグロビン（以下HHb）濃度の変化を計測することにより組織内の酸素状態を経時的に観察することができる（3）。体に対する負担がほとんどないため、繰り返し検査することが可能である。

吸入負荷試験は、事前に患者本人、または家族に試験方法・試験内容を説明し、十分に理解し納得してもらった後に、医師によって実施された。

近赤外線酸素モニターは浜松ホトニクス社製NIRO-300を使用した。室内温度はエアコンで22℃～26℃程度に維持した。プローブを右前頭と右上腕に装着し、椅子に坐って測定を開始した。約10分間の安静後、波形が安定したところで起立試験、ガス吸入負荷試験を開始した(Fig 2)（4）。

1) ガス吸入負荷前の起立試験：起立・座位の体位変化によるO₂Hb、HHb濃度の変化を観察した。起立後数分間の状態を観察した後、座位にし、変化を観察した。

2) ガス吸入負荷試験：ブランク（ガス体なしのポリ袋と脱脂綿のみの吸入）、エタノール、イソプロピルアルコール、キシレン、トルエン、ホルムアルデヒド各ガスを吸入しO₂Hb、HHb濃度の変化を観察した。吸入直前に、20cm×30cmのポリ袋に脱脂綿を1枚入れ、各物質溶液を脱脂綿にスポイトで滴下（77～81%エタノール3滴、70%イソプロピルアルコール2滴、80%キシレン、99.5%トルエン、5%ホルマリン液各1滴）し、ポリ袋の口を閉じて振り、揮発させた。直径8cmの紙製のリングを使って約8cmの広さに開口させて左手に持ち、鼻に近づけて少し匂いがしたところで止め、我慢できる程度の位置で約1分間保持してもらうことで、吸入濃度を自己調節してもらった(Fig 3)。

ガステック社検知管で測定した各ガスのポリ袋直上10cmでのおおよその濃度は、エタノール180ppm（労働現場での許容濃度：米産業衛生専門家会議による時間加重平均で1000ppm）、イソプロピルアルコール20ppm（日本産業衛生学会許容濃度400ppm）、キシレン8ppm（同許容濃度100ppm）、トルエン12ppm（同許容濃度50ppm）、ホルムアルデヒド0.3ppm（同許容濃度0.5ppm）であり、実際の吸入濃度はこれらの濃度以下と思われた。また、ガステック社検知管で測定したガス吸入負荷前の検査室内の各化学物質濃度は検出限界以下であった。

ガス吸入時は、体位を変化させないように、また、意識して無理に匂いをかがないように、袋を鼻に近づ

け過ぎないように注意した。吸入中、吸入後の脳内酸素状態の変化、症状を記録した。ガス吸入負荷時、被験者は各ガスの吸入順序を知らされていない。最初にガス揮発がないブランクを使って吸入の動作をおこない、測定値に変化がないことを確認後、ガス吸入負荷を実施開始した。各ガスは 1 分ほど吸入し、吸入後 O₂Hb 濃度に 2 μmol 以上の変化があった場合や症状が誘発された場合は、反応・症状が吸入前の状態に戻るまで待つてから次のガスの吸入を行った。また、吸入中具合が悪くなった場合は直ちに吸入を中止した。ポリ袋は吸入負荷直後に再度密封し、室内への各化学物質の揮発を最小限に抑えるようにした。

3) ガス吸入負荷後の起立試験：ガス吸入負荷後に再度起立試験を実施し、O₂Hb、HHb 各濃度の変化を観察し、ガス吸入負荷が起立試験に及ぼす影響を調べた。

各ガス吸入負荷試験によって、正常者では O₂Hb 濃度の変化はみられなかった(Fig 4)。シックハウス症候群では、O₂Hb 濃度や HHb 濃度が低下または上昇し、症状が誘発された。起立試験では、正常者は起立直後または座位直後に一過性に O₂Hb が低下したが、十数秒で以前の状態にもどり、O₂Hb 濃度は一定に維持された(Fig 5)。シックハウス症候群では起立後 O₂Hb 濃度は低下したままで、もとのレベルにもどらず、座位になることで前状態に回復した。起立によって低下した O₂Hb が、座位で回復し前レベルを超えて上昇、その後低下し前状態に戻る過程で頭痛などの症状が誘発された。シックハウス症候群では、ガス吸入負荷後の起立試験で、ガス吸入負荷前に比較して O₂Hb の変動幅が大きくなる例が多くみられた。O₂Hb と同時に cHb も同様の変動をしていることから、脳組織内の血流が変化しているものと考えられた(4)。

患者家庭室内の化学物質は、患者家庭各部屋の中央約 1.2m の高さで測定した(5)。アルデヒド類については、サンプラーに DNPH カートリッジ(Waters 社製、Sep-pak DNPH-Silica cartridge)を用いて 24 時間パッシブサンプリングし、アセトニトリルで抽出後、高速液体クロマトグラフにより定性・定量分析を行った。揮発性有機化合物(以下 VOC)は粒状活性炭チューブ(柴田化学機械工業株式会社製、Charcoal Tube Jumbo)にポンプを用いて、500ml/min の通気量で 24 時間アクティブサンプリングし、二硫化炭素溶媒に抽出後、ガスクロマトグラフにより定性・定量分析を行った(Fig 6)。測定した約 40 種類の VOC 濃度の総和を総揮発性有機化合物(以下 TVOC)とした。各部屋での測定値中、最高値を代表値として使用した。

C. 研究結果

C-1. 近赤外線脳内酸素モニターを使った化学物質吸入負荷試験とガス吸入負荷前後の起立試験結果

シックハウス症候群 13 例中、ガス吸入負荷試験で、エタノール 5 例、イソプロピルアルコール 5 例、キシレン 9 例、トルエン 8 例、ホルムアルデヒド 9 例が陽性であった。全体では全例が何らかの化学物質で陽性所見を呈した(Fig 7)。13 例 9 例において生活空間中の化学物質濃度を測定したが 8 例では環境中の濃度が高い化学物質においてガス吸入負荷試験は陽性であった(ホルムアルデヒド 4 例、トルエン 5 例、重複あり)。

対照群では、ガス吸入負荷試験は 1 例でエタノール陽性(5 例中 1 例)、1 例がイソプロピルアルコールで陽性(4 例中 1 例)とホルムアルデヒドで陽性(5 例中 1 例)であり、全体では 6 例中 2 例が陽性だった。

χ^2 検定では、キシレン ($p<0.01$)、トルエン ($p<0.05$) で、対照群の陽性数との間に統計学的な有意差があった。

症状の誘発状況を見ると(Fig 8)、シックハウス症候群では、頭痛がエタノールで 1 例、イソプロピルアルコール 1 例、キシレン 4 例、トルエン 4 例、ホルムアルデヒド 4 例(1 例では同時に鼻の痛み、舌のしびれも訴えた)で現れ、咳がキシレンで 2 例、トルエンで 3 例に誘発された。全体では 13 例中 9 例で何らかの症状が誘発された。対照群では、全例で症状の誘発はみられなかった。

起立試験の結果は(Fig 9)、シックハウス症候群では、ガス吸入負荷前の起立試験で 8 例が陽性であった。ガス吸入負荷後には 3 例がガス吸入負荷前の正常から陽性になり、11 例で陽性となった。対照群では、6 例中 1 例で陽性、ガス吸入負荷後起立試験は 1 例に実施し悪化はみられなかった。

C-2. 1 年半の間経過観察した 5 症例の臨床経過と近赤外線酸素モニター結果

症例 1 は新築家屋の揮発性有機化合物、トルエン・キシレン、ホルムアルデヒド、白蟻駆除剤によって症状が誘発された 13 歳男児である(Fig 10)。アレルギーの家族歴がある。既往歴では 3 歳ごろから気管支喘息、アレルギー性鼻炎を発病し、4 歳前から重症の気管支喘息発作を繰り返していたが、転居前には喘息発作を