

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
平成28年度～29年度 総合研究報告書

ハウスダスト中フタル酸エステル濃度と居住環境との関係

| | | |
|-------|--------|-----------|
| 研究分担者 | 金 勲 | 国立保健医療科学院 |
| 研究分担者 | 林 基哉 | 国立保健医療科学院 |
| 研究分担者 | 稲葉 洋平 | 国立保健医療科学院 |
| 研究分担者 | 戸次 加奈江 | 国立保健医療科学院 |
| 研究分担者 | 樺田 尚樹 | 国立保健医療科学院 |

研究要旨

ハウスダストの現場収集法及び空气中SVOC濃度測定に関する検討を行った。その結果を踏まえて、59件の住宅で採取したダスト試料中SVOC濃度と居住環境アンケートの結果を比較検討し、ダスト中SVOC濃度と居住環境との相関を調べた。

フィルター試験では対象とした3種類のフィルター全て大きな問題はないが、洗浄無しで汚染が少なく、耐久性やダスト捕集性の面から「PET+不織布フィルター」が優れていた。

SVOCの総検出量 (SUM) は、粒径100 μ m未満のダストから平均1,983 μ g/g、100～250 μ mからは平均3,028 μ g/gと100～250 μ mの方が高い。粒径別成分比はDEHPが83～84%、DINPが13%と二つの成分がSVOC全体 (9成分) の96～97%を占め、また粒径による成分比の違いは殆ど見られなかった。

立地条件が住宅地である住宅はDEHP (100～250 μ m) とSUM (100～250 μ m) で有意さが認められ、両成分の濃度が低くなる傾向を示した。

建築年数や居住年数と100～250 μ m粒径ダストのDEHP、DINP、SUM濃度全てに有意さが認められ、年数が長いほど濃度が高く検出された。

木材フローリングを使用した場合DEHP、DINP、SUMの濃度が低くなる傾向を示した。塩ビシートはDEHP、SUM濃度を高くする要素として統計的には有意さが認められたが、塩ビシートを使用している住宅数がn = 2と数が少ないことからデータ拡充が必要である。

壁材においては、リビングに塗り壁材を使用した住宅はDEHP (100～250 μ m) とSUM (100～250 μ m) 濃度が高くなる傾向を示した。石油ストーブ/ファンヒーターを暖房に使用している住宅でDINP濃度が高くなる傾向を示したが、他の冷暖房方式やエアコンからは有意な相関は得られなかった。

排気のみ換気ファン (第3種換気) が設置されている住宅で100～250 μ mダスト中DEHPとSUM濃度に有意さが認められた。

掃除機使用頻度及び掃除方式、ペット有無からは有意さが得られなかった。

芳香剤を使用する住宅ではSUM濃度が低く、スプレー式消臭・消毒剤使用住宅はDINP濃度が高くなる傾向が見られた。

A 目的

本章では、ハウスダストの現場収集法及び空気中 SVOC 濃度測定に関する検討を踏まえて、実態把握のために実際に現場で採取したダスト試料中 SVOC 濃度と居住環境アンケートの結果を解析した結果をまとめた。

ハウスダストの捕集法については未だに統一された方法がなく、研究者によって異なる捕集法が用いられている。SVOC 汚染の少ない SUS、PTFE 素材を使った専用の捕集用吸引口及びノズルとフィルターを使用する方法が目立つ一方、ダストに付着している SVOC は高濃度という観点から吸引口やフィルターのバッググラウンド濃度は無視できるとの考え方もある。

前者はバッググラウンド濃度はある程度押さえられるが吸引口の形状からダスト捕集量が少ない上、汎用性に乏しく大規模調査には不向きである。後者はバッググラウンド汚染の確認と管理が重要であるが、ダスト量の確保と大規模実態調査に有利である。

更に、SVOC は蒸気圧が低く吸着性が強いいため、空気中には微量しか存在せず、ほとんどがダストや室内の表面に吸着して存在するとされている。そのため、空気中の濃度を測定するには大流量で 1 日～1 週間程度の長期間捕集が一般的である。本研究では、既往研究より比較的短く現場実測で適用できると考えられる 8 時間の空気サンプリングで分析が可能かを検討すると共に一般住宅での室内空気中 SVOC 濃度の実態調査を行った。また、比較検討したダスト捕集法を確立し、実際にハウスダストを収集するとともに、住居と室内環境、健康・アレルギー症などに関するアンケートを実施し、居住環境とダスト中 SVOC 濃度に関する相関解析結果をまとめた。

B 研究方法

B.1 ハウスダスト捕集用フィルターの選定試験

一般個人でもダスト捕集ができるよう、使用が簡便で汎用性の高いフィルターとして、PET+不

織布の 2 重フィルター、円形濾紙フィルター及び茶こしフィルターの 3 種類に関して検討した (表 1 内の写真参照)。

3 種とも家庭用掃除機の吸引ノズルに直接取り付けて使用できる。PET+不織布フィルターは PET 網に大きなダストが集まり、PET 網に捕捉されない細かいダストは不織布フィルターに捕集されるものである。濾紙フィルターは紙製 (グレード 2V、φ185、8μm) であり、茶こしは一般流通品でポリエステル・ポリエチレンの複合繊維製である。分析は本研究で作用されている前処理法及び LC/MS/MS 法による。

B.2 空気中 SVOC 濃度測定

7 住宅を対象にリビング及び主寝室における計 14 ヶ所の空気サンプリングを行った。VOC 捕集用の Tenax-TA 充填捕集管及び VOCs 捕集に一般的に使用される小流量のミニポンプを用いて、流量 80 mL/min で 8 時間 (総流量 38.4L) 捕集した。分析条件は表 2 のとおりであり、加熱脱着-GC-MS による定量分析を行った。

B.3 ダスト中 SVOC 濃度と居住環境との関係

実態調査のためにハウスダスト収集を依頼する際、居住者代表に住宅と室内環境に関するアンケートを回答してもらい、家族構成員にアレルギー症の人がいる場合はアレルギー症に関する個人アンケートを該当人数分作成してもらった。

住宅と室内環境に関する設問としては、周辺環境、家族構成員の属性、建築年数、在住年数、床面積、構造、階数、開口部材料、改築や設備交換、床・壁・天井の内装材、冷暖房換気設備、換気行動、湿度環境と結露、加湿器使用、掃除頻度、ペット、除湿剤・防虫剤、芳香・消臭剤、子供の授乳方法と乳幼児期の病気、家族構成員の健康状態などである。

アンケートデータは本研究の分担研究者である稲葉らが報告したダスト中 SVOC 成分濃度との関係について、単純集計から相関関係までの統計解析を行った。有意水準 5%、解析には SAS-JMP11 を用いた。

C 結果及び考察

C.1 ダスト捕集用フィルターの選定試験

分析結果を表1に示した。フィルターはアセトニトリール溶液で洗浄したもの、洗浄を行っていないもの2種類を対象とした。

主に検出された物質はDBP及びDEHPであり、BBP、DNOP、DINP、DIDPは検出限界以下であった。洗浄を行ったフィルターは洗浄無しに比べ、DBPは減少するがDEHPは高くなる傾向を示した。こちらの洗浄液として用いたアセトニトリールはHPLC分析用であり低フタル酸仕様ではなく、溶液自体に含まれている成分や洗浄と乾燥過程での汚染と考えられる。

洗浄無しの結果からは、DEHPはフィルター1枚当たり0.5 μ gを超えるものは無くいずれも類似した結果を示している。DBPはろ紙フィルターが最も高く（1.3 μ g/枚、1.6 μ g/枚）、他の2種類は低い。

フィルターブランク濃度試験結果から、洗浄無しで汚染が少ないものとしてPET+不織布フィルター及び茶こしが、耐久性やダスト捕集性の面からはPET+不織布フィルター及びろ紙フィルターが優れている。

ダスト中フタル酸エステル類の濃度はフィルターブランク濃度に比べ顕著に低く、フィルター洗浄無しでも捕集は可能と判断された。

C.2 空気中SVOC濃度測定

8時間サンプリングの測定結果を表2及び表3に、クロマトグラムの結果例を図1に示す。

GC-MSではDINPとDIDPはピークが広域に広がり、一般的なGC-MSの分析法では定量が難しい。そのため、6成分標準液を使用しているが、定量性はDBP、BBP、DEHP、DNOPの4成分となる。すべての測定箇所DBPとDNOPは検出されず、DBPとDEHPは全測定点で検出された。両成分共に空気濃度では、1 μ g/m³未満と微量の検出となった。

DBPとDEHPの濃度比は様々であるが、住宅によってDBPが優勢な所とDEHPが優勢に検出さ

れる所が存在する。空気濃度としては微量ではあるが、周辺環境、建築内装材や生活用品の違いによって、成分比にも差が現れると推定される。一方、同じ住宅においてリビングと主寝室の濃度差が大きくないのは、空気中SVOC濃度は内装材や生活用品の影響を短時間で直接的に受けない或いは空気中濃度が低すぎるため建材や用品から放散されても空気濃度としては現れないと解釈できる。このような不確実性に関しては続けて検討していく必要がある。

呼吸量（図2）は年齢別に異なるが、例えば1歳の幼児は5.2 m³/日、成人男性は22.2 m³/日の空気を呼吸により肺に取り込んでいる¹⁾。現代人は、1日のうち80~90%を車両を含む室内で過ごしていると言われている。ここでは、休日など1日の全てを室内で過ごす仮定で成人男性が室内空気から摂取するフタル酸エステル成分の量を概算するとDBP 1.1 ~ 15.3 μ g/day、DEHP 0.7 ~ 17.5 μ g/dayになる。吸入による平均摂取量はDBP 5.8 μ g/day、DEHP 4.7 μ g/dayになる。

C.3 ダスト中SVOC濃度と居住環境との関係

アンケートは71家庭から回収された。ダスト中SVOC分析はこれよりやや少ない59軒分、粒径100 μ m未満と100~250 μ mの2種類のダスト濃度を分析している。また、アンケートの設問項目によっては重複回答や無回答があるため、合計が必ずしも71にはならないことがある。

C.3.1 SVOC濃度間の相関

100 μ m未満と100~250 μ mダストの粒径別SVOC成分比を図3に示す。総検出量において100 μ m未満が平均1,983 μ g/g、100~250 μ mが平均3,028 μ g/gと、100~250 μ mの方が高い濃度を示した。粒径別成分比においてはDEHPが83~4%、DINPが13%と二つの成分が全体の96~7%を占め、粒径による成分比に大きな差がなかった。

図4に示す国内可塑剤の生産量に関する統計データ²⁾からフタル酸系可塑剤の90%以上をDEHPとDINPが占めていることから妥当な結果ではあるが、グラフから見える生産量の割合に比べる

とDINPの検出量が低い。ダスト中濃度でDEHPが80%以上、DINPが13%の割合であり、これは最近の生産量の割合ではなく、今までの累積生産量と使用量からDEHPが圧倒的に多いのが原因と考えられる。

図5に粒径別DEHP、DINP、SVOC 9成分の濃度合計値 (SUM) の相関図を示す。

SUM-DEHP、SUM-DINP、DEHP-DINP、DEHP-DBPの解析から、SUM-DEHPのみ $R^2=0.98$ と高い相関関係を示した。DEHPが全体SVOC検出量の80%以上を占めることから、DEHPがSUMに最も大きく影響を与えており、回帰式の傾きも $100\mu\text{m}$ 未満で、 $a=0.92$ 、 $100\sim 250\mu\text{m}$ で $a=0.93$ となっている。

DEHP、DINP、SUM以外のSVOC成分の組み合わせで有意な相関関係は得られなかった。

C.3.2 建築及び住宅の概要

(1) 住宅立地条件と周辺環境

住宅の立地条件や周辺環境に関する集計結果を図6～8に示す。関東地域が45件で最も多く、南東北10件、九州6件、北海道と北東北地域はそれぞれ5件ずつで計71件である。

立地条件や周辺施設に関する設問は重複回答可としている。立地条件としては住宅地が60件で最も多く、田んぼ・山林が13件、商店・事務所が7件、などである。住まいの周辺施設としては、農地・緑地が29件、幹線道路が23件、飲食店18件、電車線路が17件、などであった。

(2) 建築年数と居住年数

住宅の建築年(図9)としては1995～2005年の間に建てられた建物が最も多く、2010年以降に建てられた新しい物件は14件で全体の20%を占めている。1980年代以前の建物が11件あり、最も古いものとして1964年築の住宅が1件あった。

現在住んでいる住宅での居住年数は20年以上が13件、10年～20年が22件、5～10年16件、5年未満が19件で、10年以上と10年未満の居住が半々であった。

住宅の内装や内装材、空間構成などに関

する好みや流行が時代と共に変遷するため、建築年度や居住年数、家族構成員の年齢などによって建材の種類及びそれから発生する化学物質の種類や傾向が異なることが考えられるため、関連項目は屋内空気質の実態を把握する上で重要な考慮事項になりうる。

(3) 住宅概要と居住条件

居住形態は(図11)、集合住宅(共同住宅)が50%強、一戸建てが若干少ない40%強であった。建築構造(図12)は木造が35%(25件)で最も多く、次いで鉄骨造27%(19件)、コンクリート造14%(18件)であった。国内の戸建て住宅はほとんどが木造や軽量鉄骨であることから、戸建て住宅の構造の割合がそのまま反映されている。

(4) 内装材

床及び壁の仕上げ材を図13及び図14にまとめた。床材にはリビング、寝室共に木材フローリングが60～70%と最も大きな割合を占めており、カーペットを使用する住宅も多数存在した。リビングで30%(21件)程度がカーペットを使用しており、主寝室11%(8件)、子供部屋21%(15件)と主寝室より子供部屋でカーペットの使用割合が高い結果となった。他に、ござ、リノリウム、塩ビシートなどが少数存在した。

壁材としては、リビングと主寝室・子供部屋に大きな違いはなかったが、リビングでの塗り壁(漆喰、珪藻土など)の割合が少し多かった。壁材全体からは、壁紙が90%に近い割合を見せており、壁紙としてはビニールクロスと紙クロスがおおよそ半々の割合であった。木質系壁材は3～4件程度と少ない。

(5) 冷房・暖房・換気設備

リビング、主寝室、子供部屋における冷暖房設備の詳細を図15～17に、換気設備の概要を図18に纏めた。

リビングの暖房設備としては、石油ストーブ/ファンヒーターが25%(18件)と最も多く、床暖房18%(13件)、電気カーペットと電気こたつがそれぞれ11%(8件)と次いだ。主寝室の場合、暖房

を行っていないが11% (8件) と最も多く、石油ストーブ/ファンヒーターが7件、電気ストーブ/ファンヒーターが4件であった。床暖房は3件とリビングの13件に比べると少ない。子供部屋も主寝室と大きくは変わらず同様の内訳を示した。

冷房設備には、リビング、主寝室、子供部屋共にエアコンが絶対多数を占めており、リビングにおける冷房無しが4% (3件) であるのに対し主寝室と子供部屋では18% (13件) 、20% (14件) と寝室で冷房を行っていない住宅が存在することが分かった。冷房設備にはエアコン以外の選択肢がないのが冷房機器偏重の原因である。

換気装置に関する設問では、排気のみ機械換気 (第3種換気) が32% (23件) 、給排気ともに機械換気 (第1種換気) 13% (9件) 、熱交換器3件、全館空調が3件の回答があった。

(6) 掃除機使用頻度と加湿器の使用

掃除機の使用頻度 (図19) についての設問からは、毎日使用16件、1週間に2~3回が29件、1週間に1回19件であった。掃除機を使用せず、ほうきやモップなどを使っている家庭が3件、その他が1件あった。

加湿器の使用有無 (図20) に関しては、約半々の回答となった。

(7) ペット、芳香剤及び薬剤の使用

ペットの有無 (図21) に関する設問からは、ペット無しが73% (52件) 、ペットを飼っている家庭が27% (19件) で4世帯に1世帯がペットを飼っていることが分かった。

除湿剤、防虫剤、芳香剤、消臭剤やスプレー式消臭・消毒剤を使用しているか (図22) についての設問では、除湿剤や防虫剤を使用している家庭が76% (54件) があった。その内訳として、防湿剤を使用している家庭が27% (19件) 、防虫剤は63% (45件) の家庭で使用していた。

芳香・消臭剤の使用に対しては、59% (42件) が使用していると回答し、その内訳としては芳香剤21% (15件) 、消臭剤13% (9件) 、スプレー式消臭・消毒剤が25% (18件) と、防虫剤や防湿剤

に比べ使用率が低い。

C.3.3 DEHP、DINP、SUM (SVOC濃度の合計値) と住宅環境との相関分析

2つの粒径のダスト分析から検出量の大部分を占めたDEHP及びDINPの個別成分濃度とSVOC 9成分の濃度を合算したSUMの6項目 (3項目×ダスト粒径2種類) を目的変数、住宅と生活環境に関するアンケート項目を説明変数とし二変量解析を行った。

ただし、結果表 (表5~表13) の陰影で暗く処理した要素は、統計解析からは有意さが認められているがn数が少ないため参考値として提示している内容である。

周辺環境とSVOC濃度の関係 (表5) では、立地条件が住宅地である場合DEHP (100~250 μ m) とSUM (100~250 μ m) で有意さが認められ、河川・湖はDINP (100~250 μ m) と有意さが認められた。住宅地の場合、成分濃度が低く現れ、河川・湖周辺は成分濃度が高くなる傾向を示している。

周辺施設との関係 (表6) からは、電車線路がDINP (100~250 μ m) と有意さが観察され、濃度が高くなる傾向を示している。

建築要素 (建築年数、延べ床面積、住居形態、構造、階数) との関係 (表7) では、建築年数や居住年数と100~250 μ m粒径ダストのDEHP、DINP、SUM濃度全てにおいて有意さが認められた。建築年数と居住年数が長いほど濃度が高く現れている。建築年数は年数をそのまま使用し、居住年数には図10に示したよう6区分にして統計処理に用いた。

内装材の種類及びSVOC濃度との相関解析結果を表8~表10に示す。木材フローリングを使用した場合DEHP、DINP、SUMの濃度が低くなる傾向に有意さが得られた。たたみはDEHPとSUM濃度に有意に作用する結果となった。一方、塩ビシートはDEHP、SUMに対して濃度が高くなる傾向として有意な結果を示したが、n=2の少ない数から信頼性の高い結果ではなく参考値として提示した。

壁材においては、リビングに塗り壁材を使用した住宅はDEHP (100~250 μm) とSUM (100~250 μm) 濃度が高くなる傾向を示し、有意さが認められた。主寝室の壁材との相関分析から有意さは得られなかった。

冷暖房方式では、石油ストーブ/ファンヒーターを使用している住宅でDINP濃度との有意さが認められた。リビングの冷暖房方式及びエアコンからは有意な相関は得られなかった。

換気方式では、排気のみ換気ファン(第3種換気)が設置されている住宅が100~250 μm ダストのDEHP及びSUM濃度に有意さが認められた。掃除機使用頻度及び掃除方式、ペット有無からは有意さが得られなかった。

防虫剤及び芳香剤などとの解析から、芳香剤とSUM(<100 μm)、スプレー式消臭・消毒剤とDINP (100~250 μm) で有意さが見られた。芳香剤を使用すると回答した住宅ではSUM濃度が低く、スプレー式消臭・消毒剤使用住宅はDINP濃度が高くなる傾向を示した。

D. まとめ

(1) ダスト捕集のためのフィルター検討試験では3種類のフィルター全て大きな問題はなかったが、洗浄無しで汚染が少ないものとしてPET+不織布フィルター及び茶こしが、耐久性やダスト捕集性の面からはPET+不織布フィルター及びろ紙フィルターが優れていた。

ダスト中フタル酸エステル類の濃度はフィルターブランク濃度に比べ顕著に高く、フィルター洗浄無しでも捕集が可能と判断された。

(2) 空気中SVOC濃度測定試験では7家屋(14ヶ所)を対象とした。既存の測定に比べて比較的短時間かつ小流量である8時間、38.4L捕集を行い、DBP及びDEHPの検出を確認した。DINP及びDIDPは分析条件の限界から本分析法では定性定量が出来なかった。BBP、DNOPが検出された住宅はない一方、DBP、DEHPは全測定点において検出された。

住宅内濃度として、DBPは0.05~0.69 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (平均0.26 \pm 0.21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)、DEHP0.03~0.79 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (平均0.21 \pm 0.23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)と空気中VOCs濃度に比べるといずれも低い濃度であった。

今回の測定結果から室内で1日全てを過ごす仮定で成人男性が室内空気から摂取する量はDBP 1.1~15.3 $\mu\text{g}/\text{day}$ 、DEHP 0.7~17.5 $\mu\text{g}/\text{day}$ 範囲であり、平均吸入摂取量はDBP 5.8 $\mu\text{g}/\text{day}$ 、DEHP 4.7 $\mu\text{g}/\text{day}$ となった。1歳の幼児の吸入摂取量は成人男性の1/4程度となる。

今後は、住宅測定の数を増やしてより詳しい実態調査を行い、経口・経皮・吸入による全摂取量に対する吸入の寄与を把握する必要がある。

(3) 調査依頼住宅からのアンケート回収は71件であり、ダスト中SVOC分析結果の有効数は59件であった。住宅概要、住居及び室内環境に関するアンケート調査の結果とダスト中SVOC濃度との相関分析を行った結果は以下の通りである。

総検出量において粒径100 μm 未満のダストから平均1,983 $\mu\text{g}/\text{g}$ 、100~250 μm が平均3,028 $\mu\text{g}/\text{g}$ と、100~250 μm の方が高い濃度を示した。粒径別成分比においてはDEHPが83~84%、DINPが13%と二つの成分が全体の96~97%を占め、粒径による成分比に大きな差がなかった。

立地条件が住宅地と回答した住宅はDEHP (100~250 μm) とSUM (100~250 μm) で有意さが認められ、両成分の濃度が低くなる傾向をしめした。

建築年数や居住年数と100~250 μm 粒径ダストのDEHP、DINP、SUM濃度全てに有意さが認められた。建築年数と居住年数が長いほど濃度が高く検出された。

木材フローリングを使用した場合DEHP、DINP、SUMの濃度が低くなる傾向を示した。塩ビシートはDEHP、SUM濃度を高くする要素として統計的には有意さが認められたが、塩ビシートの住宅数 $n = 2$ と数が少ないことからデータ拡充が必要である。

壁材においては、リビングに塗り壁材を使用し

た住宅はDEHP (100~250 μ m) とSUM (100~250 μ m) 濃度が高くなる傾向を示したが、主寝室の壁材からは有意さは得られなかった。

石油ストーブ/ファンヒーターを暖房に使用している住宅でDINP濃度が高くなる傾向を示した。他の冷暖房方式やエアコンからは有意な相関は得られなかった。

排気のみ換気ファン(第3種換気)が設置されている住宅で100~250 μ mダスト中DEHPとSUM濃度に有意さが認められた。

掃除機使用頻度及び掃除方式、ペット有無からは有意さが得られなかった。

芳香剤とSUM (<100 μ m)、スプレー式消臭・消毒剤とDINP (100~250 μ m) で有意さが見られた。芳香剤を使用すると回答した住宅ではSUM濃度が低く、スプレー式消臭・消毒剤使用住宅はDINP濃度が高くなる傾向が見られた。

E 参考文献

- 1) 放射線審議会基本部会：外部被ばく及び内部被ばくの評価法に係わる技術的指針、p.28、1999.4
- 2) http://www.vec.gr.jp/lib/lib2_6.html#cc、塩ビ工業・環境協会 HP、参照：2015.01.16.

F 研究発表

無し

G 知的財産権の出願・登録状況

なし

表1 フィルターブランク試験結果



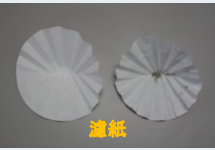
| | | | 定量値 (ng/mL) | | フィルター 濃度 (µg/枚) | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------|----------------|------|--------------------|------|
| | | | 有り | 無し | 有り | 無し |
|  ゴミ取りフィルタ | PET | DBP | 0.8 | 5.3 | 0.03 | 0.21 |
| | | | 1.3 | 5.8 | 0.05 | 0.23 |
| | 不織布 | DEHP | 55.6 | 12.5 | 2.23 | 0.50 |
| | | | 14.2 | 12.0 | 0.57 | 0.48 |
|  茶こし | PL | DBP | 2.7 | 1.1 | 0.11 | 0.04 |
| | | | 2.6 | 1.2 | 0.10 | 0.05 |
| | PE | DEHP | 22.0 | 9.2 | 0.88 | 0.37 |
| | | | 16.6 | 10.6 | 0.66 | 0.42 |
|  濾紙 | 紙 | DBP | 1.9 | 9.6 | 0.27 | 1.34 |
| | | | 1.3 | 11.5 | 0.19 | 1.61 |
| | | DEHP | 18.6 | 0.2 | 2.61 | 0.02 |
| | | | 0.6 | 3.4 | 0.09 | 0.48 |

表2 GC-MS 分析条件

| | |
|------------|---------------------------------------------------------------------------|
| カラム | 5MS/Sil、60m / 250µm / 0.25µm |
| スプリット 比 | Splitless |
| 昇温条件 | 40°C (5min hold) →240°C (at 20°C/min) →300°C (at 10°C /min) →7min hold |
| 分析モード | SIM (m/z = 149.0) and SCAN |

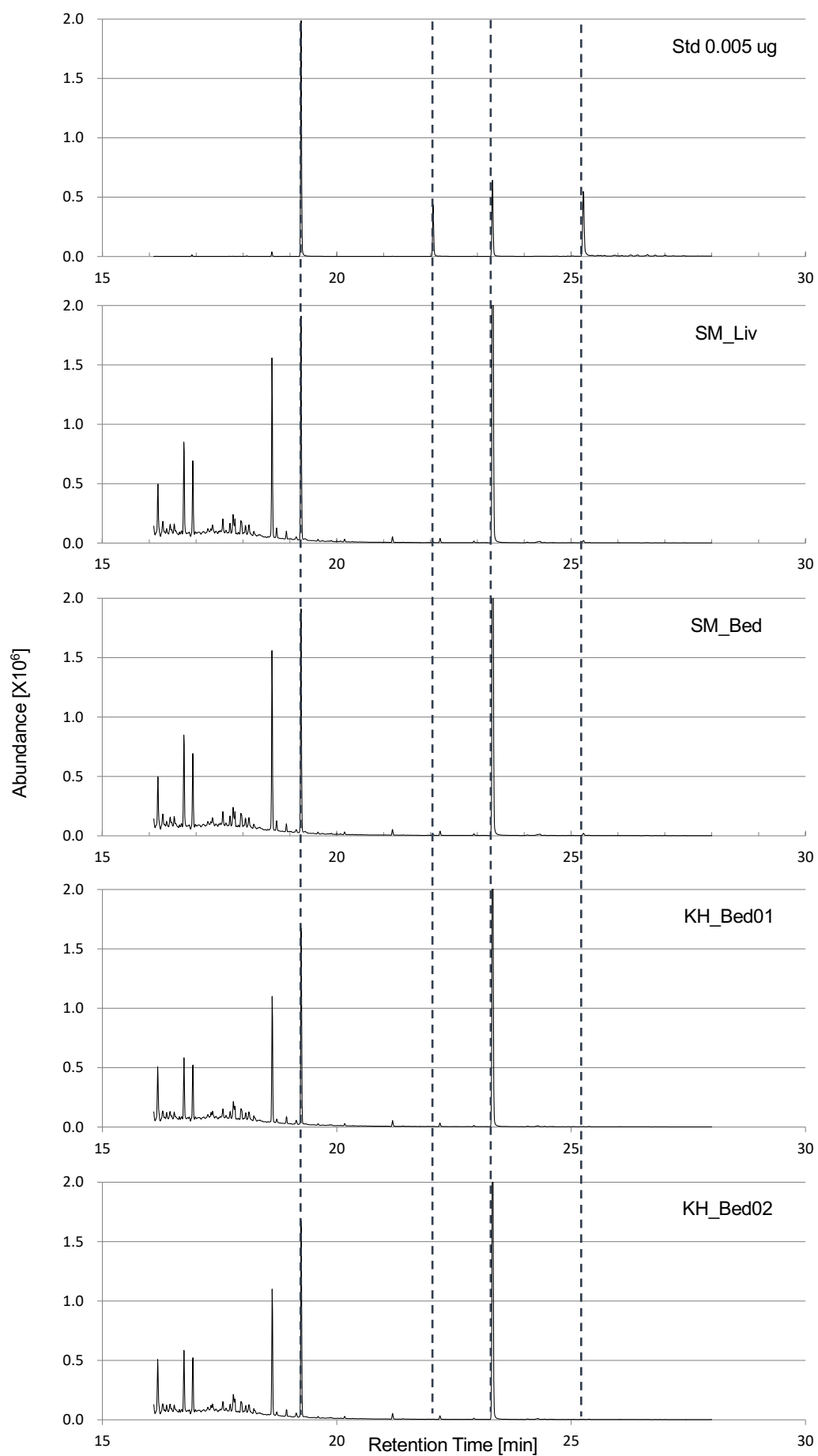


図1 クロマトグラムの例

表3 空气中SVOC測定結果（濃度： $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）

| | SW | | KH | | DM | | N | | BK | | SM | | SR | |
|------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | Liv | Bed | Bed01 | Bed02 | Liv | Bed | Liv | Bed | Liv | Bed | Liv | Bed | Liv | Bed |
| DBP | 0.49 | 0.43 | 0.61 | 0.69 | 0.18 | 0.20 | 0.09 | 0.05 | 0.05 | 0.06 | 0.12 | 0.11 | 0.21 | 0.31 |
| (%) | 82 | 83 | 61 | 81 | 81 | 86 | 27 | 23 | 29 | 27 | 13 | 16 | 83 | 89 |
| DEHP | 0.10 | 0.08 | 0.39 | 0.16 | 0.04 | 0.03 | 0.23 | 0.15 | 0.13 | 0.17 | 0.79 | 0.58 | 0.04 | 0.04 |
| (%) | 18 | 17 | 39 | 19 | 19 | 14 | 73 | 77 | 71 | 73 | 87 | 84 | 17 | 11 |

表4 空气中SVOC測定結果まとめ（濃度： $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）

| | Mean | S.D. | Min | Max |
|------|------|------|------|------|
| DBP | 0.26 | 0.21 | 0.05 | 0.69 |
| DEHP | 0.21 | 0.23 | 0.03 | 0.79 |

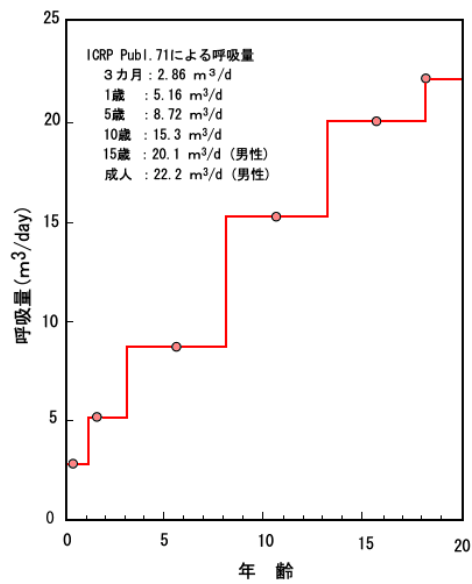


図2 年齢別呼吸量¹⁾

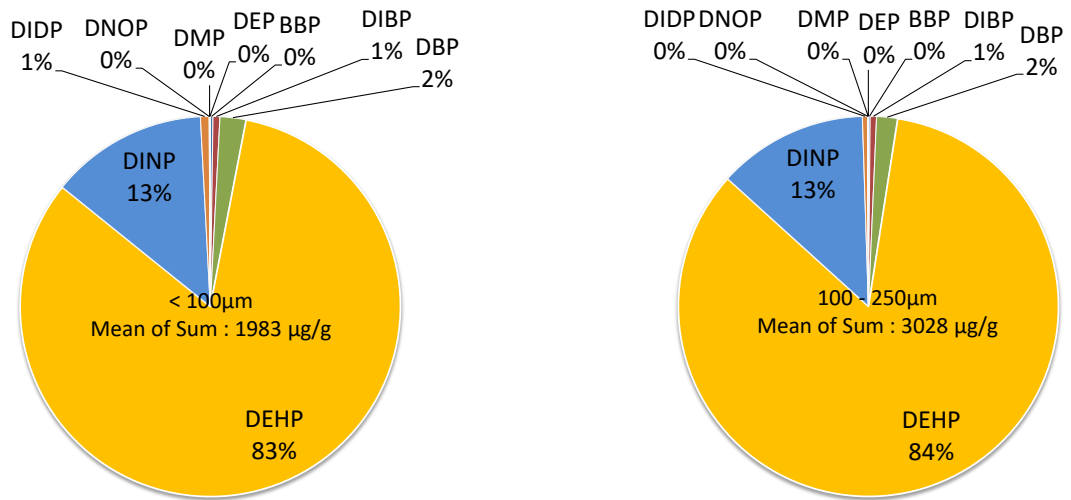


図3 ダスト粒径別SVOC成分比（100µm未満、100~250µm）

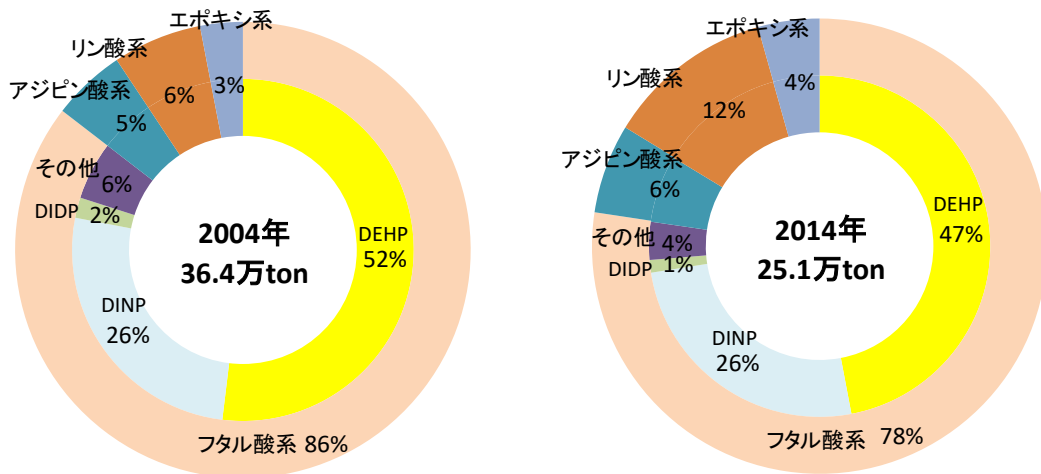


図4 国内における可塑剤の生産量とその割合²⁾

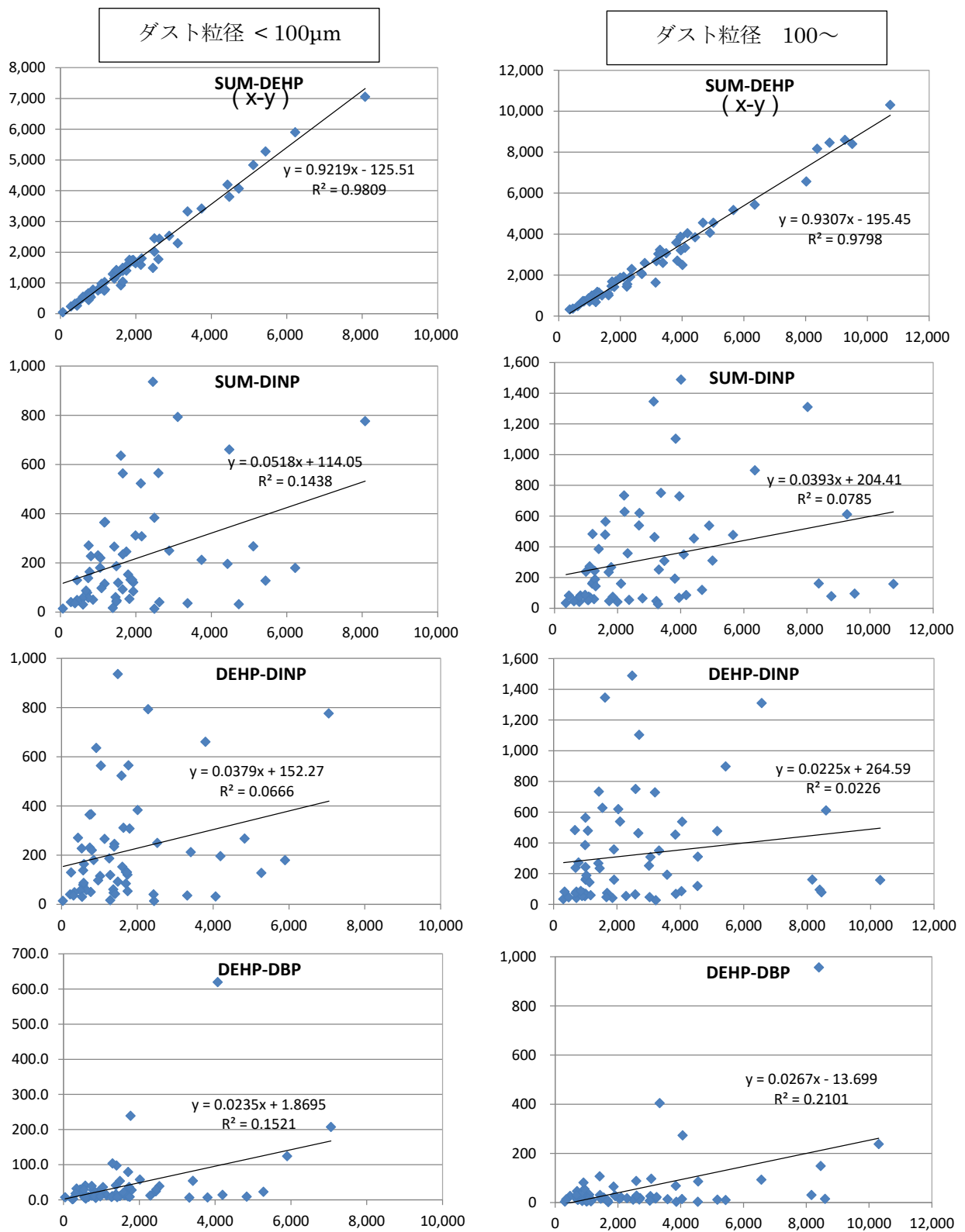


図5 DEHP、DINP、SUM (SVOC 合計値) の相関 (縦・横軸単位 [μg/m³])

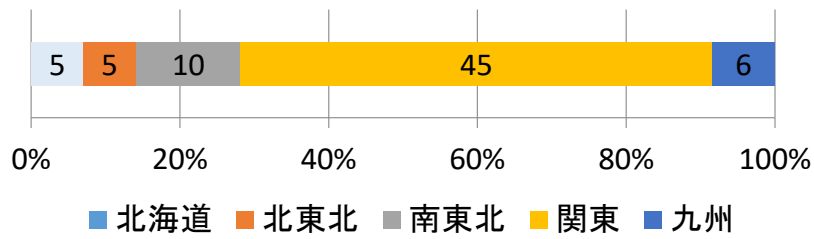


図6 住宅の所在地域 (n=71)

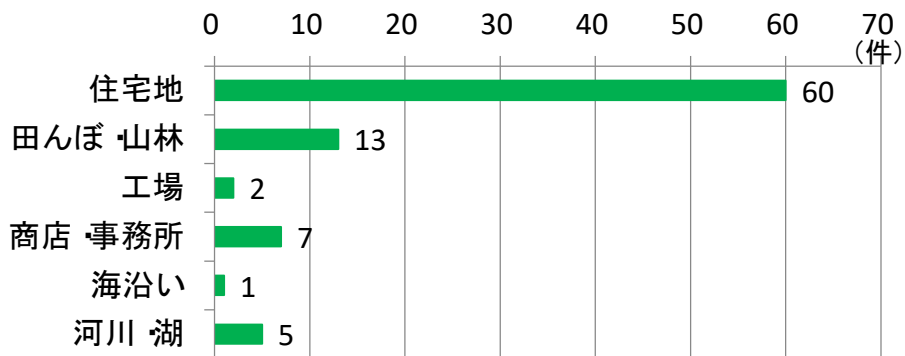


図7 住宅の立地環境 (重複回答あり)

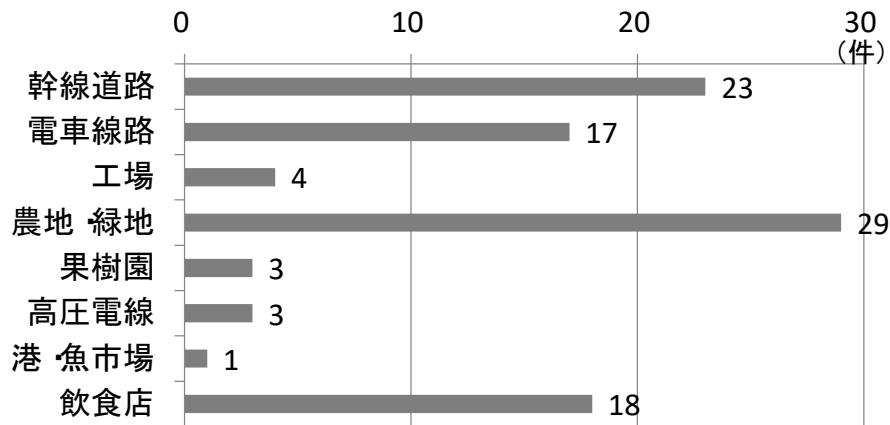


図8 住まいの周辺施設 (重複回答あり)

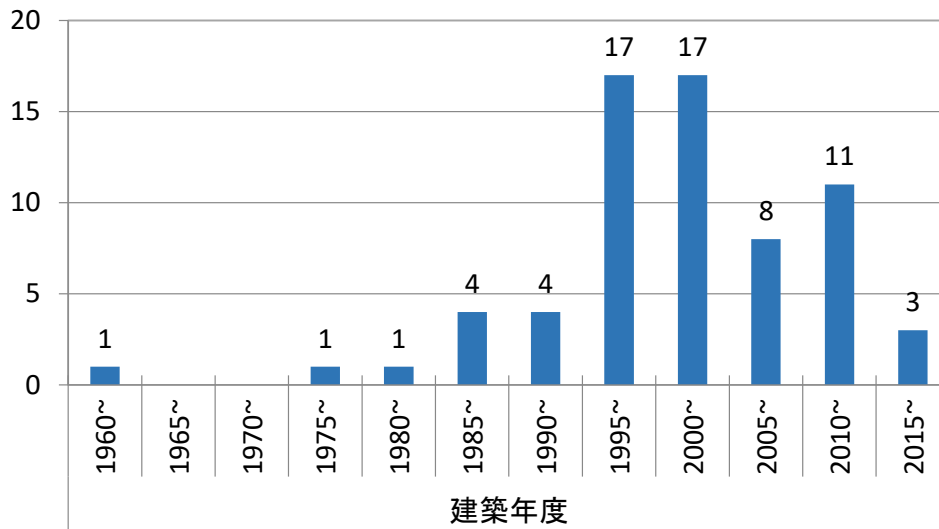


図9 建築年度 (5年単位)

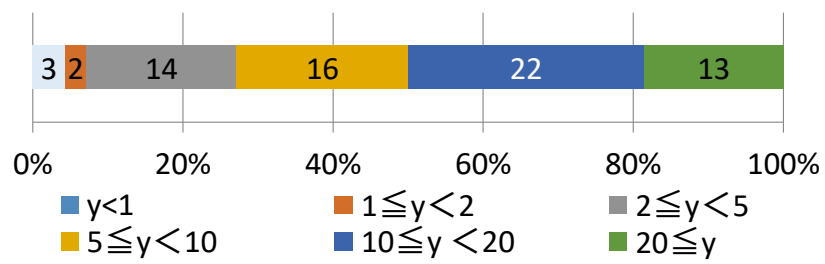


図10 居住年数 (年)

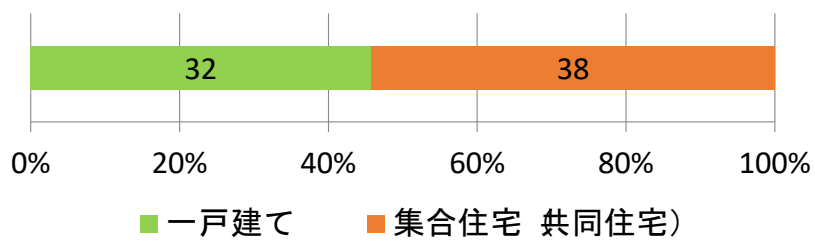


図11 住居形態

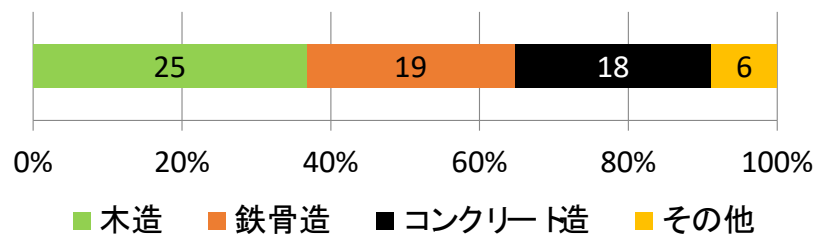


図12 建築構造

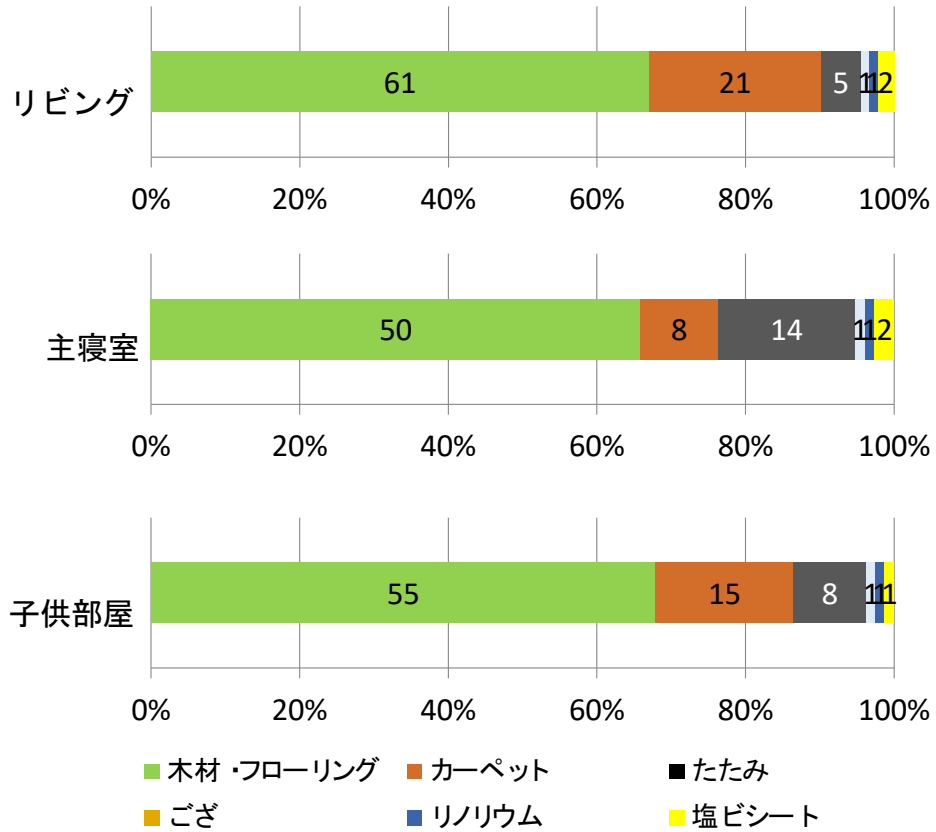


図 13 床材

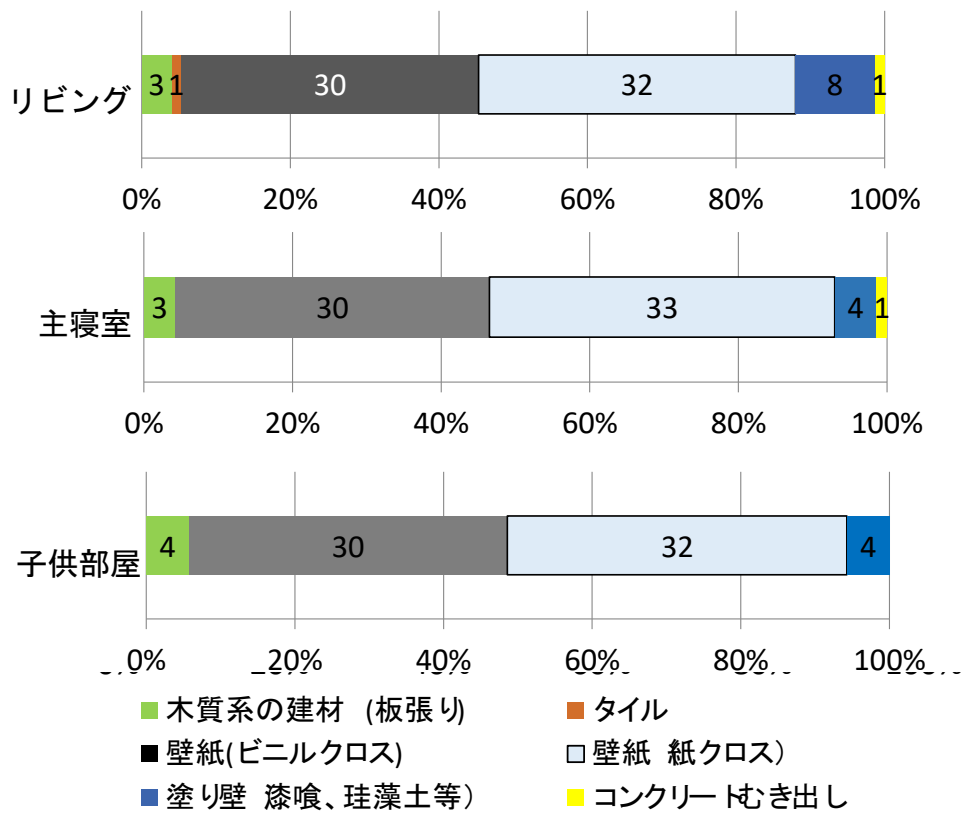


図 14 壁材

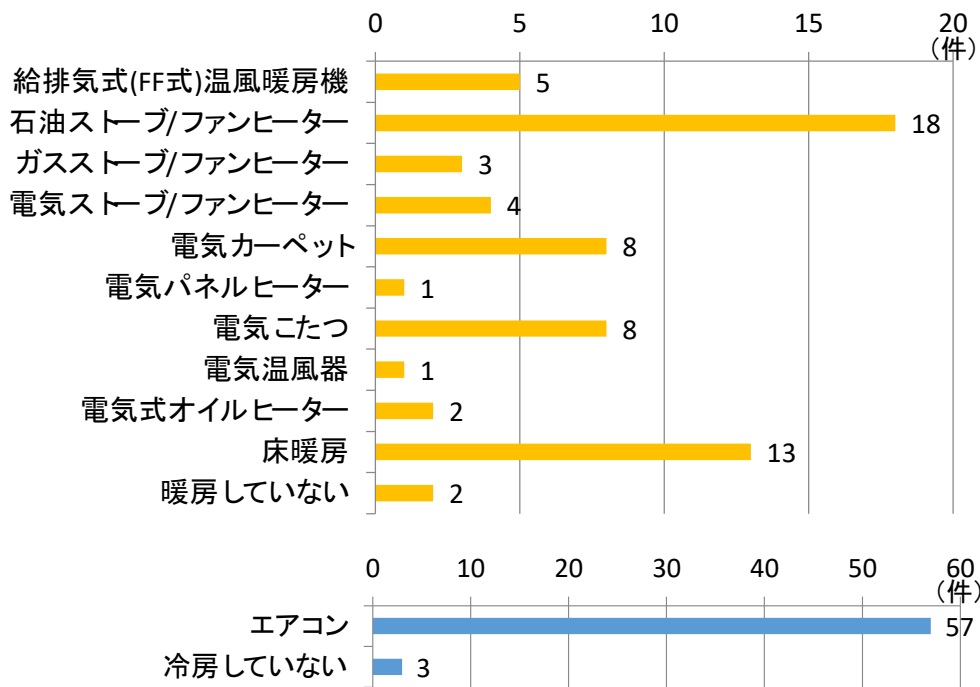


図 15 リビングの冷暖房設備

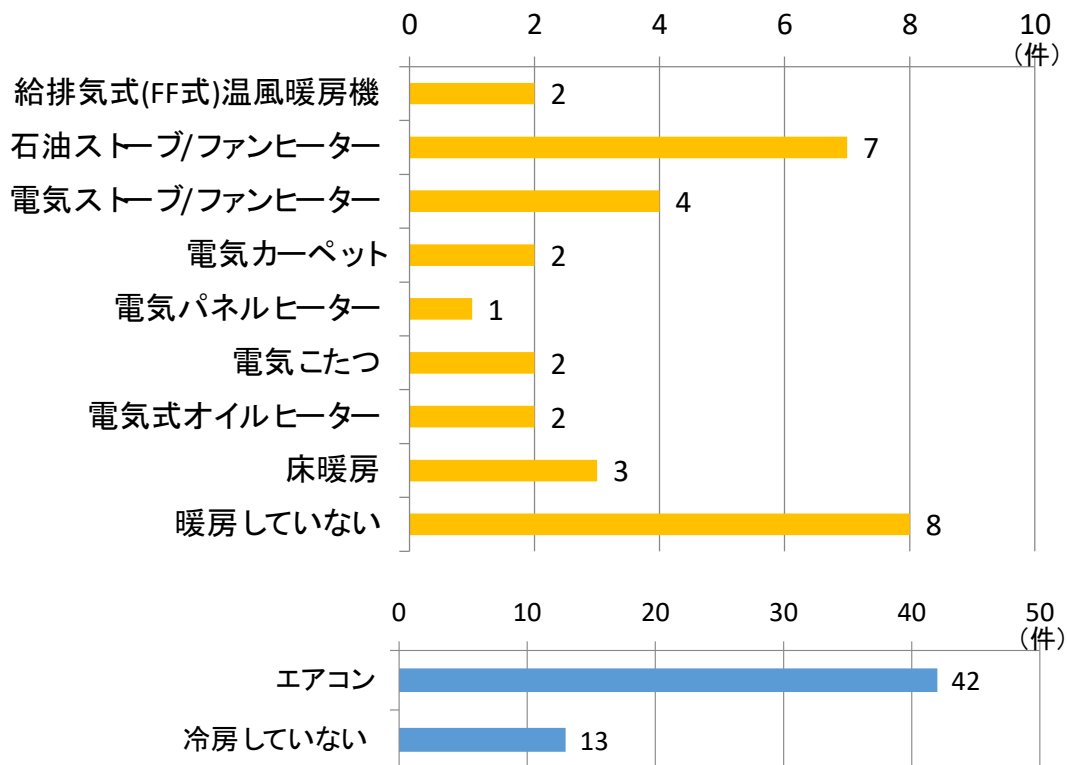


図 16 主寝室の冷暖房設備

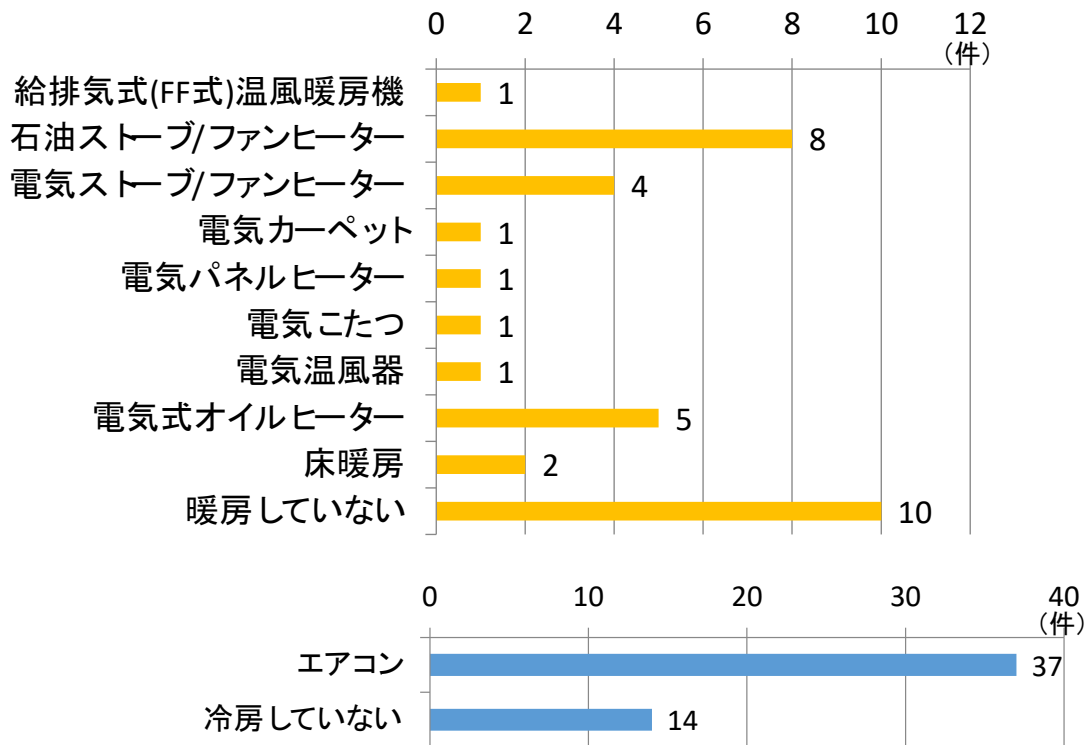


図 17 子供部屋の冷暖房設備

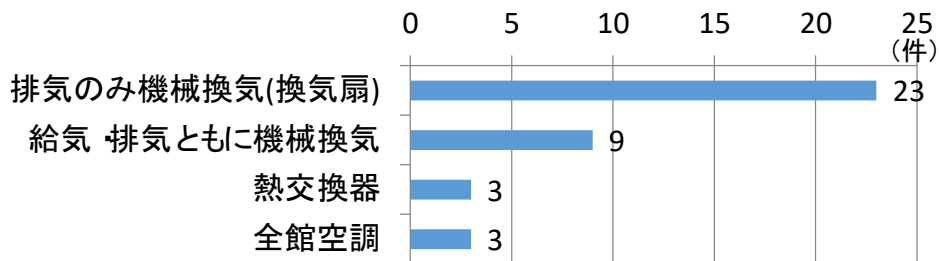


図 18 住宅の換気設備

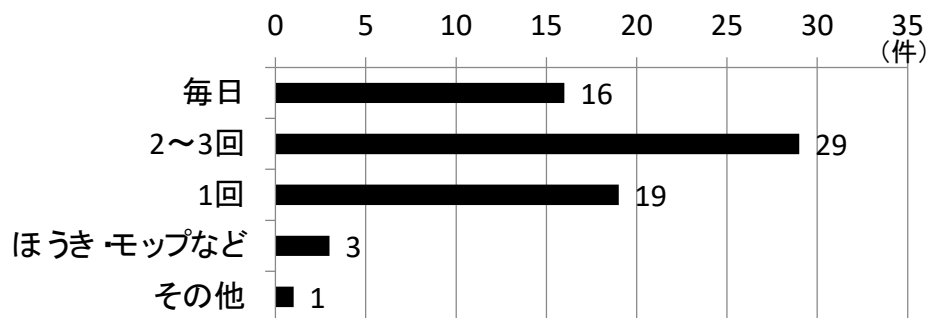


図 19 掃除機使用と頻度

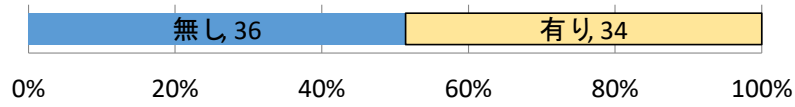


図 20 加湿器使用



図 21 ペット有無

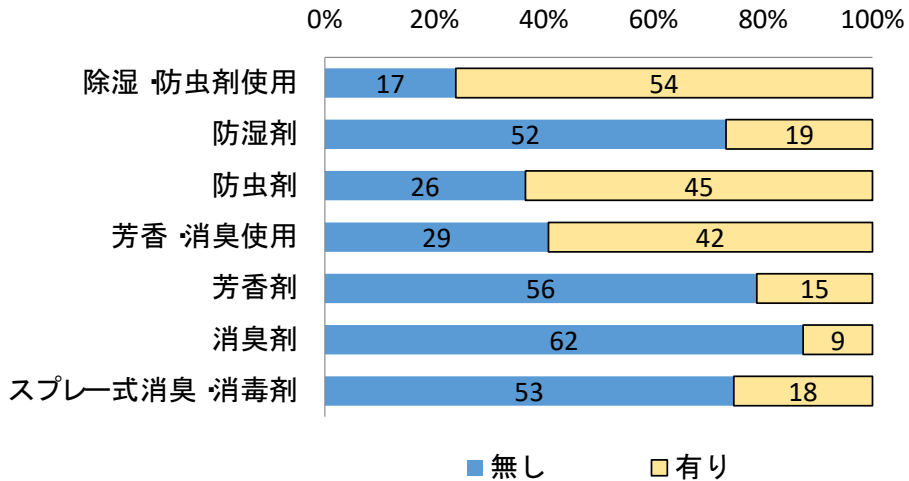


図 22 除湿剤、防虫剤、芳香剤、消臭剤の使用

表 5 周辺環境と SVOC 濃度の相関分析

| 目的変数 | 説明変数 | 推定値 | 標準誤差 | t値 | p値 P(rob> t) |
|----------------------|------|-------|------|-------|---------------|
| DEHP 100-250 μ m | 住宅地 | -1846 | 762 | -2.42 | 0.018 |
| DINP 100-250 μ m | 河川 湖 | 362 | 172 | 2.10 | 0.040 |
| SUM 100-250 μ m | 住宅地 | -1985 | 809 | -2.45 | 0.017 |

表 6 周辺施設と SVOC 濃度の相関分析

| 目的変数 | 説明変数 | 推定値 | 標準誤差 | t値 | p値 P(Prob> t) |
|----------------------|------|-----|------|------|----------------|
| DINP 100-250 μ m | 電車線路 | 223 | 104 | 2.15 | 0.035 |

表 7 建築要素（建築年数、延べ床面積、住居形態、構造、階数）と SVOC 濃度の相関分析

| 目的変数 | 説明変数 | 推定値 | 標準誤差 | t値 | p値 P(Prob> t) |
|----------------------|------|-----|------|------|----------------|
| DEHP 100-250 μ m | 建築年数 | 81 | 30 | 2.74 | 0.008 |
| DINP 100-250 μ m | 居住年数 | 100 | 32 | 3.13 | 0.003 |
| SUM 100-250 μ m | 建築年数 | 88 | 31 | 2.79 | 0.007 |

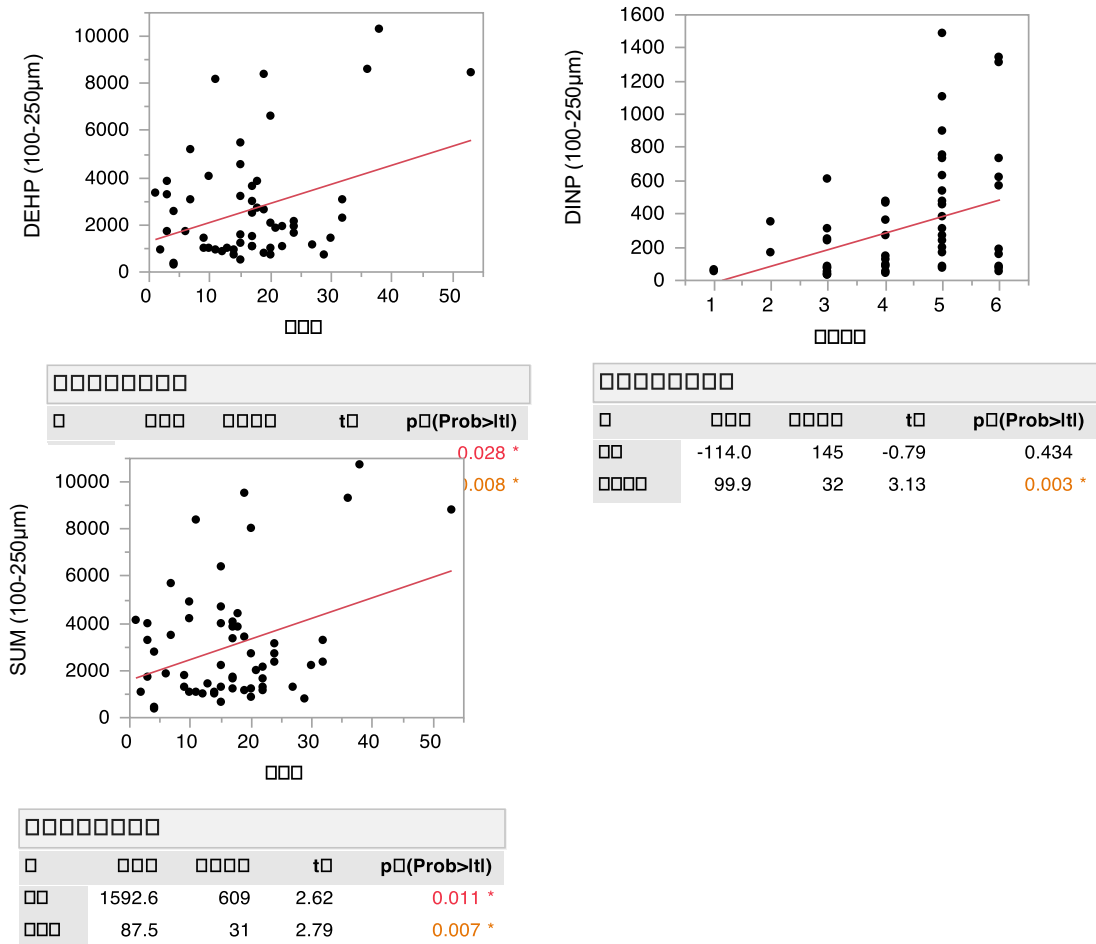


図 23 建築年数及び居住年数と DEHP、DINP、SUM の相関 (100~250 μ m)

表 8 リビングの床材と SVOC 濃度の相関分析

| 目的変数 | 説明変数 | 推定値 | 標準誤差 | t値 | p値 Prob> t) |
|----------------------|--------------|-------|------|-------|--------------|
| DEHP <100 μ m | LF-木材・フローリング | -1430 | 528 | -2.71 | 0.009 |
| DEHP <100 μ m | LF-塩ビシート | 2128 | 1023 | 2.08 | 0.042 |
| DEHP 100-250 μ m | LF-木材・フローリング | -3389 | 669 | -5.07 | <.0001 |
| DEHP 100-250 μ m | LF-たたみ | 2144 | 1042 | 2.06 | 0.044 |
| DEHP 100-250 μ m | LF-塩ビシート | 3727 | 1592 | 2.34 | 0.023 |
| SUM 100-250 μ m | LF-木材・フローリング | -3590 | 713 | -5.04 | <.0001 |
| SUM 100-250 μ m | LF-たたみ | 2333 | 1107 | 2.11 | 0.039 |
| SUM 100-250 μ m | LF-塩ビシート | 3701 | 1703 | 2.17 | 0.034 |

表 9 主寝室の床材と SVOC 濃度の相関分析

| 目的変数 | 説明変数 | 推定値 | 標準誤差 | t値 | p値 Prob> t) |
|----------------------|----------|------|------|------|--------------|
| DEHP <100 μ m | BF-塩ビシート | 2128 | 1023 | 2.08 | 0.042 |
| DEHP 100-250 μ m | BF-塩ビシート | 3727 | 1592 | 2.34 | 0.023 |
| SUM 100-250 μ m | BF-塩ビシート | 3701 | 1703 | 2.17 | 0.034 |

表 10 リビングの壁材と SVOC 濃度の相関分析

| 目的変数 | 説明変数 | 推定値 | 標準誤差 | t値 | p値 Prob> t) |
|----------------------|-----------------|------|------|------|--------------|
| DEHP 100-250 μ m | LW-塗り壁（漆喰、珪藻土等） | 2000 | 891 | 2.24 | 0.028 |
| SUM 100-250 μ m | LW-塗り壁（漆喰、珪藻土等） | 2133 | 948 | 2.25 | 0.028 |

※ 主寝室の壁材と SVOC 濃度の相関—有意さ無し

表 11 冷暖房方式と SVOC 濃度の相関

| 目的変数 | 説明変数 | 推定値 | 標準誤差 | t値 | p値 Prob> t) |
|----------------------|------------------|------|------|------|--------------|
| DINP <100 μ m | B-石油ストーブ/ファンヒーター | 218 | 97 | 2.25 | 0.028 |
| SUM <100 μ m | B-給排気式(FF式)温風暖房機 | 2561 | 1100 | 2.33 | 0.023 |
| DINP 100-250 μ m | B-石油ストーブ/ファンヒーター | 293 | 143 | 2.05 | 0.045 |

※ Living の冷暖房方式とは有意さ無し

※ Aircon とは有意さ無し

表 12 換気方式と SVOC 濃度の相関

| 目的変数 | 説明変数 | 推定値 | 標準誤差 | t値 | p値 Prob> t) |
|----------------------|---------------|------|------|------|--------------|
| DEHP 100-250 μ m | 排気のみ機械換気(換気扇) | 1676 | 588 | 2.85 | 0.006 |
| SUM 100-250 μ m | 排気のみ機械換気(換気扇) | 1796 | 625 | 2.87 | 0.006 |

※ 掃除頻度及び掃除方法とは有意さ無し

※ ペット相関有意さ無し

表 13 除湿剤・防虫剤・芳香剤・消臭剤と SVOC 濃度の相関

| 目的変数 | 説明変数 | 推定値 | 標準誤差 | t値 | p値 Prob> t) |
|----------------------|-------------|------|------|-------|--------------|
| SUM <100 μ m | 芳香剤 | -954 | 470 | -2.03 | 0.047 |
| DINP 100-250 μ m | スプレー式消臭・消毒剤 | 198 | 97 | 2.05 | 0.045 |