

厚生労働科学研究費補助金（化学物質リスク研究事業）
総合研究報告書

室内空気汚染化学物質の標準試験法の開発・規格化および
国際規制状況に関する研究

室内空気環境汚染化学物質のオンサイト試験法の評価

研究分担者 金 炫兌 久留米工業大学建築・設備工学科 准教授

研究要旨 マイクロチャンバー法(JIS A 1904)は建材からの SVOC 放散速度の測定が出来る。しかし、実空間における仕上げ材からの SVOC 放散速度測定法はまだ定められていない。本研究グループはマイクロチャンバーを用いた現場測定方法を開発しており、現場測定方法の評価を実施した。3 年間の研究として、実空間における仕上げ材からの SVOC 放散速度の測定を行った。また、開発した現場測定方法の測定範囲を拡張するため、家具・家電製品からの SVOC 放散量を測定した。さらに、PVC 床材の表面温度変化が SVOC 放散量及び表面ブリードアウト量に与える影響について実験室実験を行った。2021 年度の研究成果は床のみではなく、壁面の SVOC 放散速度を測定するため、マイクロチャンバーを固定する装置を開発し、壁面からの放散速度も測定出来るようになった。また、2022 年度と 2023 年度の研究により、建築材料のみではなく、家庭内で使用している生活用品も SVOC 物質の放散源であることが確認出来た。家具・家電製品からの SVOC 物質の放散量は少ないが、家具・家電製品の放散面積が大きいいため、室内の SVOC 汚染影響を調査・研究する必要がある。温度変化による PVC 建材からの SVOC 物質の放散速度と表面ブリードアウト量との相関性を測定した結果、2E1H は揮発性が高い物質であるため、建材の表面ブリードアウト量より空気中に放散する量が多かった。TEXANOL、TXIB は SVOC 物質であるが、表面ブリードアウト量より空気中に放散される量が多く測定された。2E1H、TEXANOL、TXIB は温度の変化によって放散速度が増加した。季節によって仕上げ材からの放散量が異なることが示唆された。DEHP、DEHT は沸点の高い物質であり、空気中に放散されず建材の表面にブリードアウトされ、非常に高濃度であることが確認された。

A. 研究目的

室内の有害化学物質としては、高揮発性有機化合物 (Very Volatile Organic Compounds: VVOC) や揮発性有機化合物 (Volatile Organic Compounds: VOC) といった比較的揮発しやすい物質がある。しかし、準揮発性有機化合物 (Semi-Volatile Organic Compounds: SVOC) は揮発性が低いいため、気中よりハウスダストや室内の表面に付着する性質を持ち、呼吸・経口摂取・経皮吸収等三つの経路によって体内に吸収されることが報告されている。

マイクロチャンバー法 (JIS A 1904) は建材からの SVOC 放散速度の測定が可能であるが、実空間における仕上げ材からの放散速度測定が困難である。そのため、マイクロチャンバーを用いて現場測定方法を開発し、現場測定方法の評価を実施した。

B. 研究方法

B-1 実態調査

表 1 に測定対象住宅の概要を示す。現場測定法により住宅の床面と壁面に使用されている建材か

らの SVOC 放散速度を測定した。

1) 現場測定方法

図 1 に現場測定法の装置構成図を示す。測定条件はマイクロチャンバー測定方法と同様であるが、室内の温度と相対湿度は測定場所によって異なる。現場測定機には 2 つのポンプが設置されており、1 つは 30(mL/min) の空気を供給、もう 1 つのポンプは 15(mL/min) を吸引するように調整している。また、供給側の前にはベントライン(15mL/min) を設けることで、マイクロチャンバー法と同様にマイクロチャンバーと仕上げ材の隙間からコンタミが生じない様にしている。図 2 に現場測定法の測定手順を示す。測定開始前に、マイクロチャンバー加熱処理する。運搬専用箱にマイクロチャンバーを入れ、測定現場まで運搬した。測定場所を選択し、床面をエタノールで拭き取る。その後、直径 82mm の正円形を切り取ったアルミホイルを敷き、その上にマイクロチャンバーを設置した。放散実験は 24 時間行う。その後、マイクロチャンバーを回収し、研究室で加熱脱着実験を行う。図 3 に現場測定の様子を示す。

B-2 家具・家電製品からの放散速度

表2に家具・家電製品の概要を示す。今年度の測定では、2022年度に測定した古い家具・家電製品と新品の家具・家電製品からのSVOC放散量を比較するため、2022、2023年度に製造された家具・家電製品を購入し、SVOC放散実験を行った。測定対象の家具・家電製品は机、椅子、冷蔵庫、電子レンジ、パソコンモニタ（前面、裏面）である。測定方法としては、現場測定方法を用いた。図1に家具・家電製品からの放散速度の様子を示す。

B-3 温度変化による放散量と表面ブリードアウト

表 3 に測定条件を示す。PVC 床材を用いて SVOC 物質の放散実験と表面ブリードアウト実験をおこなった。測定方法としては、JIS A 1904 のマイクロチャンバーを用いた。表面ブリードアウト濃度はマイクロチャンバーを用いて放散実験の終了後、試験材の表面を拭き取った。測定条件として恒温槽の温度を 18°C、22°C、28°C、に設定して測定を行った。各条件の測定は 3 回ずつ行

った。放散速度測定はマイクロチャンバー法を用いた。図4にマイクロチャンバー法の測定イメージ図を示す。表 4 に放散試験の条件を、表 5 に加熱脱着試験の条件を示す。表面ブリードアウト濃度はマイクロチャンバーを用いて建材からの SVOC 放散速度が終わった後、試験材の表面を拭き取り、試験材表面の SVOC 濃度を測定した。表面ブリードアウトの測定で使用するサンプラーは石英ウール 50mg を用いた。測定する前に石英ウールをエタノールで 3 回洗浄し、分析対象化学の子民の少ないサンプラーを製作した。測定する際には、石英ウールをエタノールに漬け込んだ後、水滴がないように絞って使用した。最後に、拭き取ったサンプラーはマイクロチャンバーに導入し、加熱脱着することでサンプラーに付着している SVOC を回収した。化学物質の回収は Tenax TA 管を使用した。図 5 に表面ブリードアウト濃度測定様子と加熱脱着様子を示す。

分析対象物質は、2E1H(2-エチル-1-ヘキサノール)、2EHA(2-エチルヘキシルアクリレート)、TEXANOL(テキサノール)、BHT(ブチル化ヒドロキシトルエン)、DEP(フタル酸ジエチル)、TXIB(2,2,4-トリメチル-1,3-ペンタンジオール ジイソブチラート)、TBP(リン酸トリブチル)、TCEP(リン酸トリス)、DBA(アジピン酸ジブチル)、DBP(フタル酸ジ-n-ブチル)、TPP(リン酸トリフェニル)、DOA(アジピン酸ジオクチル)、DEHP(フタル酸ジ-2-エチルヘキシル)、DNOP(フタル酸ジ-n-オクチル)、DEHT(ジオクチルテレフタレート)、DINP(フタル酸ジイソノニル)、DIDP(フタル酸ジイソデシル)である。表 6 に Tenax TA 捕集管の加熱脱着条件、表 7 に GC/MS の分析条件を示す。

C. 研究結果

C-1 床・壁面からの放散速度

図 10 に床材からの SVOC 放散速度のグラフを示す。2E1H の放散速度の範囲は 0.19~6.16($\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$)、DEP の放散速度は 0.05~0.09($\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$)の範囲で測定された。TXIB は 15 か所の床面から 10 か所の床材から検出され、放散速度は 0.05~0.58($\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$)であった。DBP は 0.07~1.10($\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$)で、平均放散速度は 0.39($\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$)であった。DEHP は 0.59~11.05($\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$)、平均放散速度は 3.50($\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$)であった。DEHP は他の物質より建材

の面積当たり放散量が多く測定されている。

図 11 に壁材からの SVOC 放散速度を示す。2E1H の放散速度は $0.37\sim 2.45(\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h})$ 、平均放散速度は $1.28(\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h})$ であった。TEXANOL の検出頻度は 83.3% であり、放散速度は $0.09\sim 0.95(\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h})$ で、平均放散速度は $1.28(\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h})$ であった。TXIB の放散速度の範囲は $0.12\sim 0.32(\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h})$ で、DBP は $0.25\sim 1.14(\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h})$ であった。DEHP の放散速度は $0.04\sim 5.76(\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h})$ で、平均放散速度は $1.39(\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h})$ であった。建材の種類によって DEHP の放散速度が大きく異なることが分かった。

C-2 家具・家電製品からの放散速度

図 8～16 に各分析対象物質の放散速度を示す。2E1H は全ての家具・家電製品から検出された。放散速度は $0.55\sim 2.59(\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h})$ で、合成皮革で仕上げられた椅子が高く測定された。2EHA は 2022 と 2023 年度に生産された全ての家具・家電製品から検出された。TEXANOL は、2022 年度に測定した中古品の放散速度平均値は $0.09(\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h})$ で、新品の放散速度は $0.02(\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h})$ であった。冷蔵庫と椅子などは室内の放散源であることが確認出来た。

TXIB は新品の家具・家電製品から検出されており、放散速度は $0.02\sim 0.14(\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h})$ であった。TXIB は可塑剤の代替物質として使用量が増加しており、建材のみではなく、家具・家電製品にも使用され、使用用途が幅広くなっていることが示唆された。

DBP の場合は、机、冷蔵庫、電子レンジ、モニタ(表)の 4 製品から検出された。放散速度は $0.01\sim 0.02(\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h})$ であり最大値の $0.02(\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h})$ は冷蔵庫で検出され、机、電子レンジ、モニタ(表)での最小値 $0.01(\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h})$ の 2 倍であった。DOA は電子レンジ、モニタ(裏)の 2 製品から検出された。放散速度はどちらも $0.01(\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h})$ であった。

DEHP の場合は、2023 年度測定では全ての製品から検出され、放散速度は $0.05\sim 0.43(\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h})$ であった。最大値の $0.43(\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h})$ は椅子で検出され、冷蔵庫から検出された最小値 $0.05(\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h})$ の 8.6 倍であった。

DEHT は、机、椅子、電子レンジ、モニタ(表)、モニタ(裏)の 5 製品から検出された。いずれも放散速度は

$0.01(\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h})$ であった。この物質は放散速度が低いが、最近可塑剤の代替物質として使用量が増加していることが示唆された。

C-2 温度変化による放散量と表面ブリードアウト

図 17 に各 SVOC の放散速度の測定結果を示す。2E1H は測定条件が 18°C の場合、放散速度は $35.5(\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h})$ であり、 22°C 、 28°C の測定条件ではそれぞれ 47.8 、 $50.5(\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h})$ であった。2E1H は温度が上がるにつれ放散速度も増加している。また、条件 18°C より 22°C の方が 26% 増加しており、 28°C の方は、30% 増加している。しかし、 22°C と 28°C の放散速度を比較すると、ほぼ同じ放散速度であった。

TEXANOL の場合、測定条件が 18°C の場合、放散速度は $0.60(\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h})$ であり、 22°C 、 28°C の測定条件ではそれぞれ 0.87 、 $0.95(\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h})$ であった。条件 18°C より 22°C の方が 31% 増加しており、 28°C の方は、36% 増加している。この結果より 2E1H、TEXANOL は、温度が上がるにつれ放散速度も上昇ことが示唆された。しかし、 22°C と 28°C の放散速度は大きな変化が見られなかった。

TXIB は、測定条件が 18°C の場合、放散速度は $3.04(\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h})$ であり、 22°C 、 28°C の測定条件ではそれぞれ 4.18 、 $2.96(\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h})$ であった。TXIB は温度変化によって若干の増減はあったものの、測定値にはあまり変化は見られなかった。

DBP の場合、測定条件が 18°C の時、放散速度は $0.09(\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h})$ であり、 22°C 、 28°C の測定条件ではそれぞれ 0.09 、 $0.12(\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h})$ であった。DBP の場合、 18°C と 22°C の条件で放散速度の変化は見られなかった。しかし、 28°C は 18°C に比べ、25% 増加している。この結果より TXIB、DBP は温度変化による放散速度の変化が少ないことが分かった。

DEHP は測定条件が 18°C の時、放散速度は検出されず、 22°C 、 28°C の測定条件でそれぞれ 0.06 、 $0.10(\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h})$ であった。DEHP は温度が上がるにつれ放散速度も増加している。また、条件 22°C より 28°C の方が、40% 上昇していることが確認出来た。

DEHT は測定条件が 18°C の場合、放散速度は $0.13(\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h})$ であり、 22°C 、 28°C の測定条件ではそれぞ

れ 1.66、3.79($\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$)であった。また、条件 18°Cより 22°Cの方が 13 倍増加しており、28°Cの方は、30 倍増加している。DEHT は温度の変化によって不参速度が大きく変化している。

図 18 に各 SVOC の表面ブリードアウト速度の測定結果を示す。2E1H は測定条件が 18 度の時、表面ブリードアウト速度は 6.31($\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$)であり、22、28°C の測定条件ではそれぞれ 9.47、19.73($\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$)であった。また、条件 18°Cより 22、28°Cの方が 1.5、3.1 倍増加しており、温度上昇につれ表面ブリードアウト量も増加している。

TEXANOL の場合、18°C条件の表面ブリードアウト速度が 0.10($\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$)であり、22、28°Cの測定条件ではそれぞれ 0.15、0.58($\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$)であった。TEXANOL は温度が上がるにつれ表面ブリードアウト速度も増加している。また、条件 18°Cより 22、28°Cの方が 1.5、5.7 倍増加しており、2E1H と同様に温度上昇につれ表面ブリードアウト濃度も増加している。

TXIB は測定条件が 18°Cの場合、表面ブリードアウト速度は 0.58($\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$)であり、22、28°Cの測定条件ではそれぞれ 0.87、2.37($\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$)であった。また、条件 18°Cより 22°Cの方が 1.5 倍、28°Cの方は 4.1 倍増加している。TEXANOL、TXIB、は、温度が上昇することによって、表面ブリードアウト濃度の増加倍率が大きかった。

DBP は、18°Cの条件で、表面ブリードアウト速度は 0.06($\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$)であり、22、28°Cの測定条件ではそれぞれ 0.12、0.16($\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$)であった。また、条件 18°Cより 22°Cの方が 1.9 倍、28°Cは、2.5 倍増加している。

DEHP は、18°Cの条件で、表面ブリードアウト速度は 3.36($\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$)であり、22、28 度の測定条件ではそれぞれ 10.26、22.89($\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$)であった。また、条件 18°Cより 22°Cの方が 2.8 倍増加しており、28°Cの方は、6.3 倍増加している。

DEHT は測定条件が 18 度の場合、表面ブリードアウト速度は 24.47($\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$)であり、22、28 度の測定条件ではそれぞれ 36.70、41.04($\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$)であった。また、条件 18°Cより 22°Cの方が 1.5 倍、28°Cの方は、1.7 倍増加している。温度の上昇につれ表面ブリードアウト濃度も増える傾向であった。

D. 考察

D-1 床・壁面からの放散速度測定

床材からのSVOC放散速度に関しては、塩化ビニルシートだけでなく、フローリング材からもSVOC物質の検出が確認された。また、80%以上の高い頻度で検出されたDEPやD6に比べて、2E1HやDEHPは約60%の検出頻度であった。この理由としては、床材の種類が異なるためであると考えられる。国内の住宅で幅広く使用されている床材はPVC系建材、フローリング、畳などがあげられる。PCV系の建材にはフタル酸エステル類の可塑剤が含有されており、代表的な可塑剤がDEHP、DBPであることが確認された。また、最近ではDEHP、DBPの代替物質として、TEXANOL、TXIB、DNOP、DIDP、DINPなどが使用されており、今回の測定でも放散が確認された。

壁材からについても、PVCクロスの壁紙だけでなく、紙クロスやタイルを使用した壁材からもSVOC物質が検出された。この原因は、仕上げ材表面に処理されたコーティング剤にSVOC物質が含まれていた可能性があると考えられる。また、2E1H、TXIB、DBP、DEHP、DNOPの検出頻度は100%であり、TEXANOLとDEPの検出頻度は83.3%であった。

D-2 家具・家電製品からの放散速度

測定した家具・家電製品から、2E1H、2EHA、TEXANOL、BHT、TXIB、DBP、DOA、DEHP、DEHT、DINPが検出された。2E1H、2EHA、TXIB、DEHPの検出頻度が100%であり、DBP、DEHTが83%であった。

2E1Hは合成皮革で仕上げられた椅子から放散量が高く測定された。2EHAの場合、2018年以前に生産された家具・家電製品からは放散されなかったが、2022年以後に生産された新品からは放散されていることが確認出来た。

TEXANOLとTXIBは冷蔵庫など塗料の仕上げ製品から放散が多いが、2018年以前に生産された製品より2022年以後に生産された製品からの放散量が少なくなっている。2019年度厚労省のシックハウス検討会で規制を検討中であるため、使用量が減少している可能性がある。

DBP、DEHP の場合は、机、冷蔵庫、電子レンジ、モニタ(表)などから検出されている。この二つの物質は可塑剤の代表的な物であるが、空気質ガイドラインに定められて以来、徐々に使用量が減少していることが予測された。一方で、DEHT は 2022 年以後に生産された全ての製品から放散を確認した。これからこの物質は代替物質として使用量が増加する可能性が示唆された。

D-3 温度変化による放散量と表面ブリードアウト

測定条件 28℃の放散速度と表面ブリードアウト速度を用いて、空気中に放散される量と表面に残留する量を比較した。2E1H は、表面ブリードアウト濃度に対して 2.6 倍空气中に放散されていることが確認出来た。この物質は VOC 物質であるため、ガス化しやすかったと考えられる。TEXANOL と TXIB は、表面ブリードアウト濃度に対して空気中にそれぞれ 1.6 倍、1.3 倍放散されている。また、DBP は 0.8 倍空气中に放散されている。この結果から、TEXANOL、TXIB、DBP は表面より空气中に多めに放散されていることが予測される。

一方で、DEHP は、空气中に放散される量に対して表面ブリードアウト濃度が 223 倍であった。また、DEHT は、空气中に放散する量より、表面に残留する量が 11 倍高く測定された。この結果から見ると、DEHP、DEHT は空気中より表面ブリードアウト量が多いことが分かった。以上の結果から、2E1H のような VOC 物質、SVOC 物質に分類される物質の中でも TEXANOL、TXIB のような比較的沸点が低い物質は表面ブリードアウトより空气中に放散されることが予測された。また、DBP は気中と表面、両方とも存在する傾向がみられる。DEHP、DEHT は沸点が高い物質であるため、空气中に放散されることなく、表面ブリードアウト濃度が非常に高く測定された。

E. 結論

E-1 家具・家電製品からの放散速度

現場における仕上げ材からの SVOC 放散速度試験法を開発し、床材及び壁材からの SVOC 放散速度の測定を行った。マイクロチャンバーを壁面に固定する装置を開発し、壁材からの SVOC 放散速度の測定も可能になった。また、現場測定法は可塑剤として多く使用さ

れている DEHP、DBP のみではなく、代替物質として使用が増加している TEXANOL、TXIB、DNOP、DIDP、DINP などの SVOC 物質も測定可能であることが確認された。この結果は、沸点の低い TEXANOL (254℃) から沸点の高い DEHP (385℃)まで測定が可能であり、精度高い現場測定法が開発されたと評価できる。

E-2 家具・家電製品からの放散速度

家具・家電製品からの SVOC 放散速度を測定し、現場測定方法の測定範囲を拡張した。室内で施工している建築材料のみではなく、家庭内で使用している生活用品も SVOC 物質の放散源であることが確認出来た。各 SVOC 物質の放散量は少ないが、家具・家電製品の面積は少なくないので引き続き室内の SVOC 汚染影響を研究する必要がある。

E-3 温度変化による放散量と表面ブリードアウト

温度変化による PVC 建材からの SVOC 物質の放散速度と表面ブリードアウト量との相関性を測定し、SVOC 物質の放散メカニズムを検討した。今回の測定では 2E1H、2EHA、TEXANOL、TXIB、DBP、DOA、DEHP、DEHT 及び DINP の 9 物質が検出された。2E1H は揮発性が高い VOC 物質であるため、建材の表面ブリードアウト量より空气中に放散する量が多かった。TEXANOL、TXIB は SVOC 物質であるが、表面ブリードアウト量より空气中に放散される量が多く測定された。2E1H、TEXANOL、TXIB は温度の変化によって放散速度の差がみられ、季節によって仕上げ材からの放散量が異なることが示唆された。DEHP、DEHT は沸点の高い物質であり、空气中に放散されず建材の表面にブリードアウトされ、非常に高濃度であることが確認された。

F. 研究発表

1. 論文発表

「現場測定方法の開発」について、日本建築学会の査読論文として投稿し、査読中である。

2. 学会発表

- 1) Hyuntae Kim, Taewoo Kim, Shin-ichi Tanabe, The contamination of DEHP on the surfaces of PVC sheet and risk of infants, *Journal of Asian Architecture and Building Engineering(JAABE)*, 2022. 2. DOI: 10.1080/13467581.2022.2032083
- 2) Yoshihito Masuzaki, Hyuntae Kim, Makoto Koganei, Shin-ichi Tanabe, A Study on Emission Behavior of SVOC Material in Real Space Model, *Healthy Buildings 2021*, Honolulu HI, USA, 2022.1
- 3) 益崎慶人, 金炫兌, 小金井真, 田辺新一 仕上げ材からの SVOC 放散速度測定, 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集, pp.85-88, 2021.9
- 4) 田崎健悟, 金炫兌, 小金井真, 田辺新一, 現場測定方法を用いた準揮発性有機化合物(SVOC)の放散速度測定 -一般住宅における床材・壁材からのSVOC放散量の測定-, 日本建築学会中国支部研究発表会, Vol.45, pp. 391-394, 2022.3
- 5) 益崎慶人, 金炫兌, 小金井真, 田辺新一, 実空間モデルにおける可塑剤からのSVOC放散挙動に関する実験, 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集(神戸), pp.129-132, 2022.9
- 6) 田崎健悟, 金炫兌, 小金井真, 益崎慶人, 田辺新一, 一般住宅における床材・壁材からのSVOC放散量の測定, 日本建築学会大会学術講演梗概集(北海道), pp.1589-1590, 2022.9
- 7) 田崎健悟, 金炫兌, 小金井真, 田邊慶宗, 益崎慶人, 田辺新一, 現場測定方法を用いた準揮発性有機化合物(SVOC)の放散速度測定-家電製品表面からのSVOC放散速度測定, 日本建築学会中国支部研究報告集, 第46巻, pp.407-410, 2023.3
- 8) 田邊慶宗, 金炫兌, 小金井真, 田崎健悟, 益崎慶人, 田辺新一, 現場測定方法を用いた準揮発性有機化合物(SVOC)の放散速度測定 -夏期・冬期における床材・壁材からの SVOC 放散量の測定, 日本建築学会中国支部研究報告集, 第46巻, pp.403-406, 2023.3
- 9) 益崎慶人, 金炫兌, 小金井真, 田崎健悟, 田辺新一, 建材からの SVOC 放散速度と気中濃度との相関性に関する研究, 日本建築学会中国支部研究報告集, 第46巻, pp.399-402, 2023.3
- 10) 細田実里, 金炫兌, 小金井真, 益崎慶人, 田崎健悟, 住宅及び大学施設における空気中の準揮発性有機化合物(SVOC)濃度の測定, 日本建築学会中国支部研究報告集, 第46巻, pp.395-398, 2023.3
- 11) 金炫兌, 家電製品表面からの SVOC 放散速度測定 室内環境学会大会(沖縄), pp.88-89, 2023.11
- 12) 熊谷功誠, 富久歩真, 金炫兌, PVC床材における SVOC 物質の放散量と表面ブリードアウト量に関する研究, 日本建築学会九州支部研究会, 2024.03(発表予定)
- 13) 山口千尋, 金炫兌, 家具・家電製品における SVOC 放散速度測定, 日本建築学会九州支部研究会, 2024.03(発表予定)

G. 知的所有権の取得状況

1. 特許取得

無し

2. 実用新案登録

無し

3. その他

無し

表 1 測定対象住宅の概要

年度	対象住宅	床材	壁材	天井材	延床面積
2020	A	フローリング	壁紙	石膏ボード	14.6 m ²
	B	塩化ビニルシート	塗料	石膏ボード	10.9 m ²
	C	フローリング	壁紙	壁紙	18.2 m ²
	D	フローリング	壁紙	壁紙	27.5 m ²
	E	フローリング	壁紙	壁紙	23.0 m ²
	F	塩化ビニルシート	壁紙	壁紙	27.5 m ²
	G	塩化ビニルシート	壁紙	壁紙	26.5 m ²
	H	塩化ビニルシート	吹付塗料	石膏ボード	66.9 m ²
	I	塩化ビニルシート	壁紙	壁紙	38.0 m ²
2021	A	フローリング	壁紙(PVC クロス)	壁紙(PVC クロス)	22.6 m ²
	B	フローリング	壁紙(紙クロス)	壁紙(紙クロス)	143.7 m ²
	C	塩化ビニルシート	タイル	石膏ボード	23.1 m ²
	D	塩化ビニルシート	壁紙(PVC クロス)	壁紙(PVC クロス)	29.1 m ²
	E	フローリング	壁紙(PVC クロス)	壁紙(PVC クロス)	24.3 m ²
	F	フローリング	壁紙(PVC クロス)	壁紙(紙クロス)	24.3 m ²

表 2 家具・家電製品の概要

測定年度	家具・家電製品	表面処理	製造年
2023 年	机	Pvc 貼り	2022 年
	椅子	合成皮革	2022 年
	冷蔵庫	塗装	2023 年
	電子レンジ	塗装(ペイント)	2023 年
	モニタ(表)	合成樹脂	2022 年
	モニタ(裏)	塗装	2022 年
2022 年	冷蔵庫	塗装(ペイント)	2018 年
	洗濯機	塗装	2017 年
	電子レンジ	塗装(ペイント)	2007 年
	テレビ	塗装	2010 年
	モニタ(表)	合成樹脂	2012 年
	モニタ(裏)	塗装	2012 年

表 3 測定条件

測定項目	温度条件とサンプラー名		
	18 °C	22 °C	28 °C
放散速度	18-E	22-E	28-E
表面ブリードアウト	18-B	22-B	28-B

表 4 放散試験の測定条件

チャンバー容積	630 mL
サンプリング時間	24 h
吸引流量	30 mL/min × 24 h = 43.2 L
ベント流量	15 mL/min
MC 供給流量	15 mL/min
捕集管	Tenax TA(60/80 mesh) 充填

表 5 加熱脱着試験の測定条件(MSTD-258M)

加熱脱着温度	30 °C (5 min)-(20 °C/min) -220 °C (40 min)
サンプリング時間	60 min
吸引流量	60 mL/min
供給ガス流量(He)	90 mL/min
捕集管	Tenax TA(60/80mesh) 充填

表 6 TA 捕集管の加熱脱着条件(GERSTEL TDS A)

加熱脱着条件	280 °C (10 min)
トラップ温度	-60 °C
注入温度	325 °C (5 min)

表 7 GC/MS の分析条件

使用機器(GC/MS)	Agilent 6890N / 5973inert
カラム	Inert Cap 1MS 30 m × 0.25 mm × 0.25 μm
GC オープン温度	50°C(2min)→10°C/min→320°C(5min)
スプリット比	低濃度 : splitless、高濃度 : 50 : 1
測定モード	SCAN
SCAN パラメータ	m/z 29(Low)~550(High)
検出器温度	230 °C

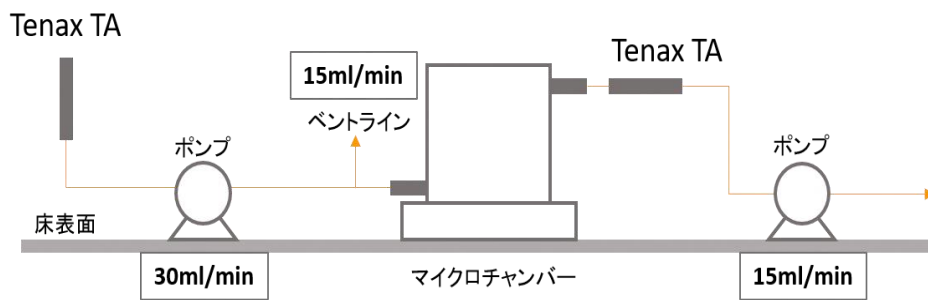
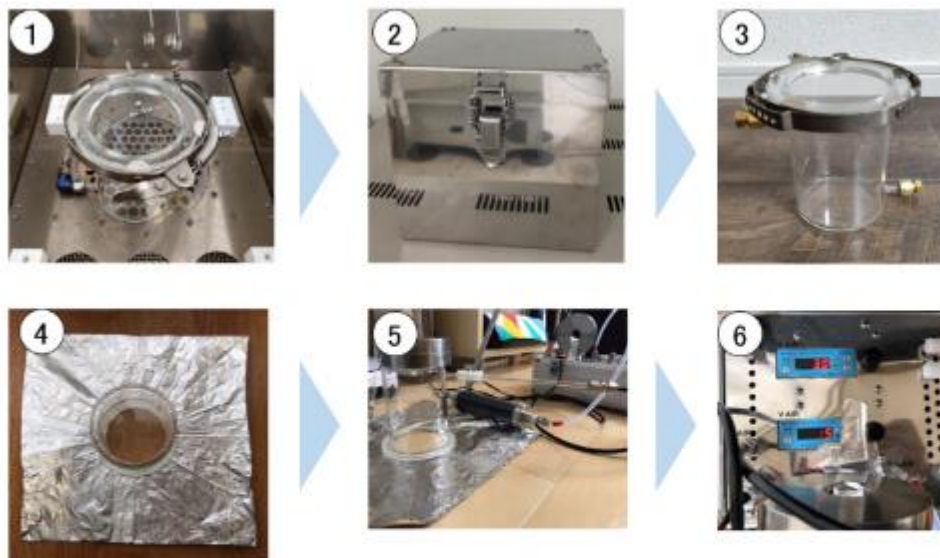
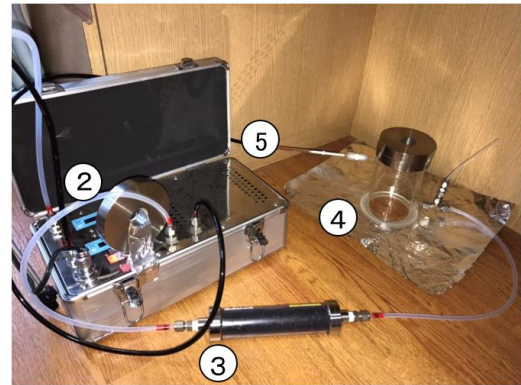


図 1 現場測定法の装置構成図



- ①マイクロチャンバーに残存する化学物質を加熱処理で取り除く。
- ②加熱処理終了後、マイクロチャンバーをステンレス製運搬ボックスに入れ、測定現場に運搬する。
- ③マイクロチャンバーをステンレス製運搬ボックスから取り出し、測定準備を行う。
- ④測定を行う床面をエタノールで拭き取り、アルミホイルを敷いた上にマイクロチャンバーを設置する。
- ⑤マイクロチャンバーに空気捕集ポンプ、Tenax TA捕集管、活性炭入りフィルターを接続する。
- ⑥空気捕集ポンプの電源を入れ、供給流量を30ml/min、吸引流量を15ml/minに調整し、24時間測定を行う。

図 2 オンサイト試験法の測定手順



- ① Tenax-TA管(気中濃度測定用)
- ② 空気捕集ポンプ
- ③ 活性炭フィルター
- ④ マイクロチャンバー
- ⑤ Tenax-TA管(放散速度測定用)

図3 現場測定法の様子

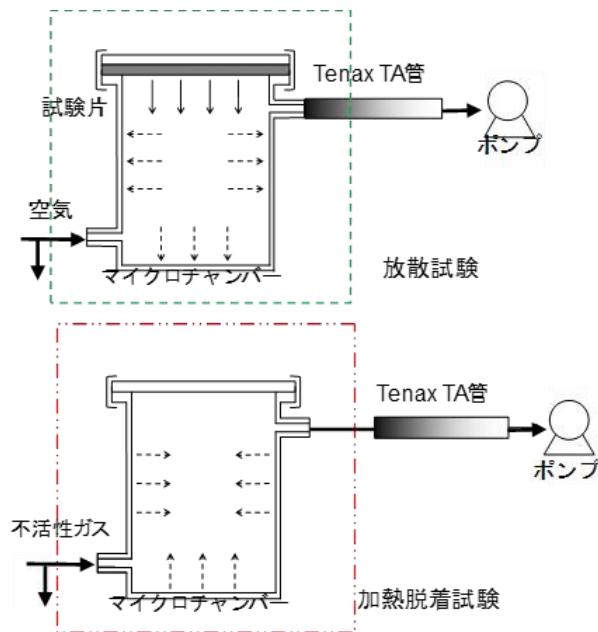


図4 マイクロチャンバー法の測定イメージ図



図5 表面ブリードアウト濃度の測定様子と加熱脱着様子

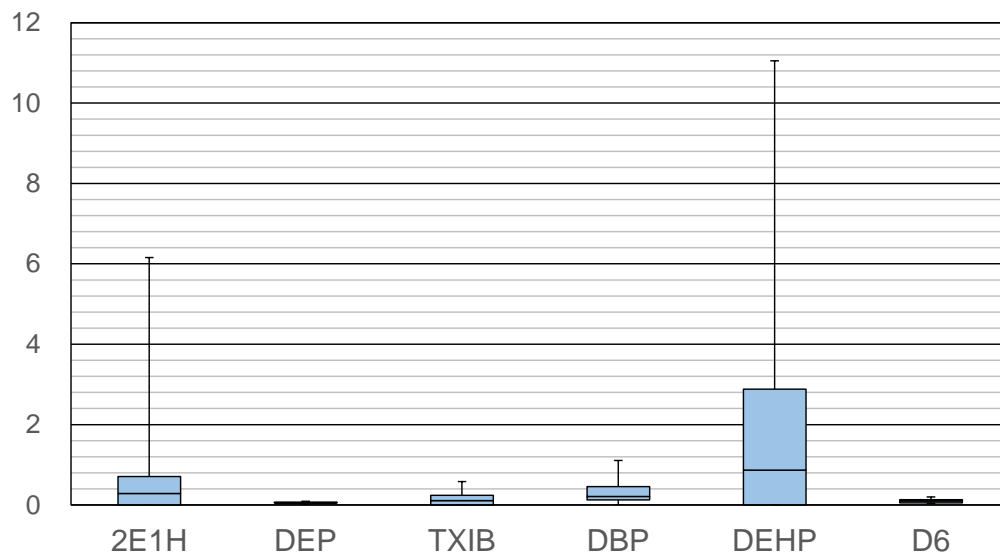


図6 床材からのSVOC放散速度

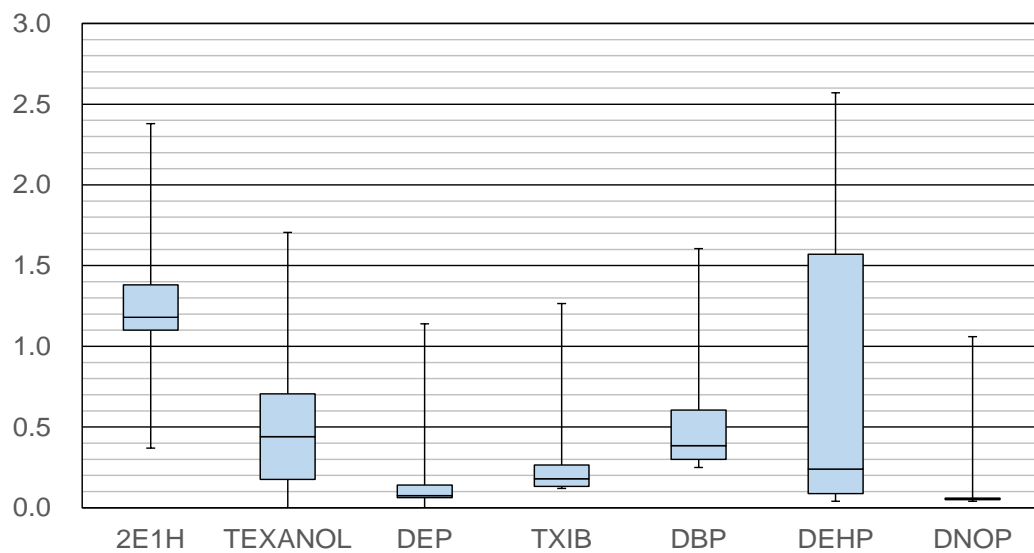


図7 壁材からのSVOC放散速度

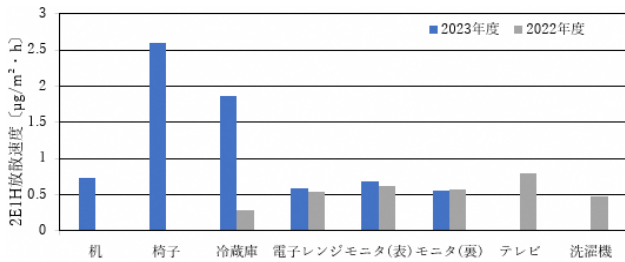


図 8 2E1H 放散速度

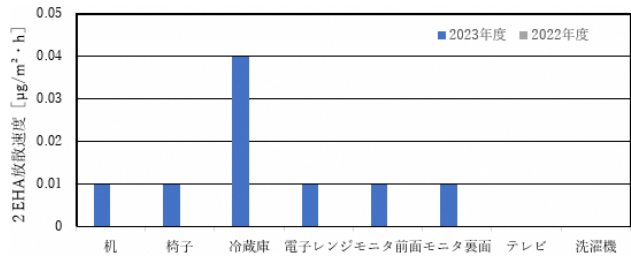


図 9 2EHA 放散速度

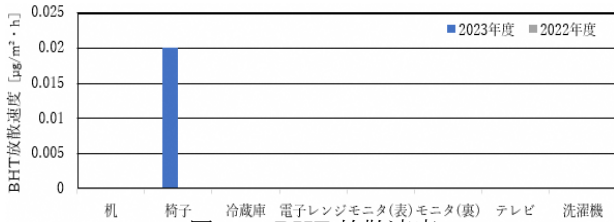


図 10 BHT 放散速度

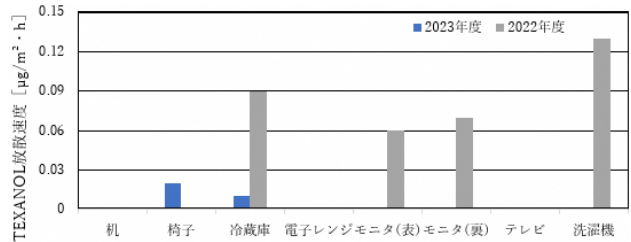


図 11 TEXANOL 放散速度

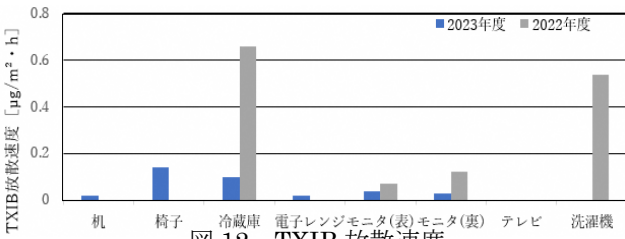


図 12 TXIB 放散速度

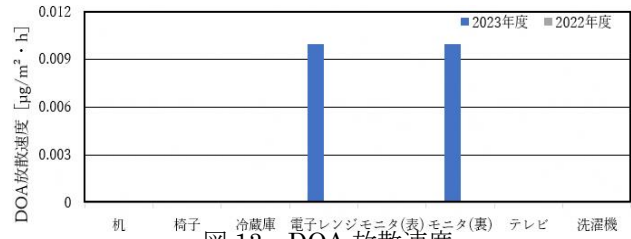


図 13 DOA 放散速度

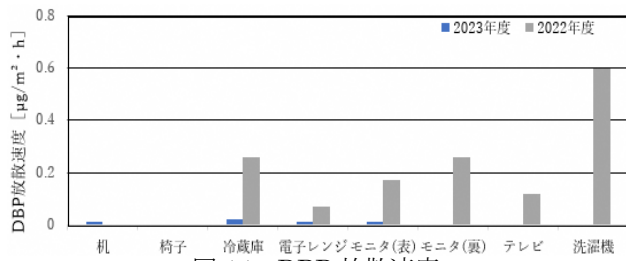


図 14 DBP 放散速度

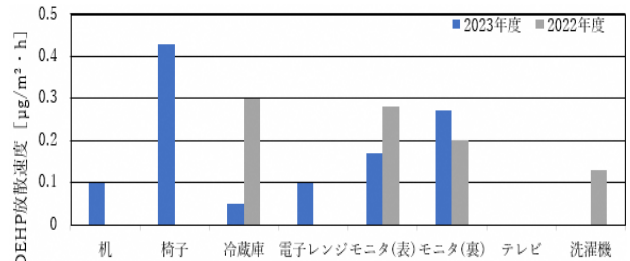


図 15 DEHP 放散速度

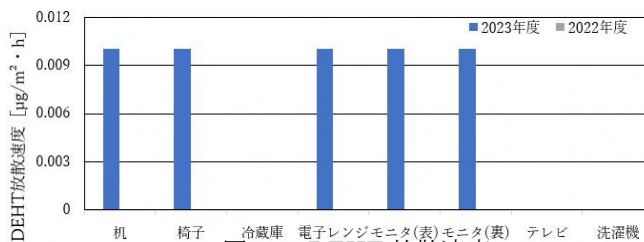


図 16 DEHT 放散速度

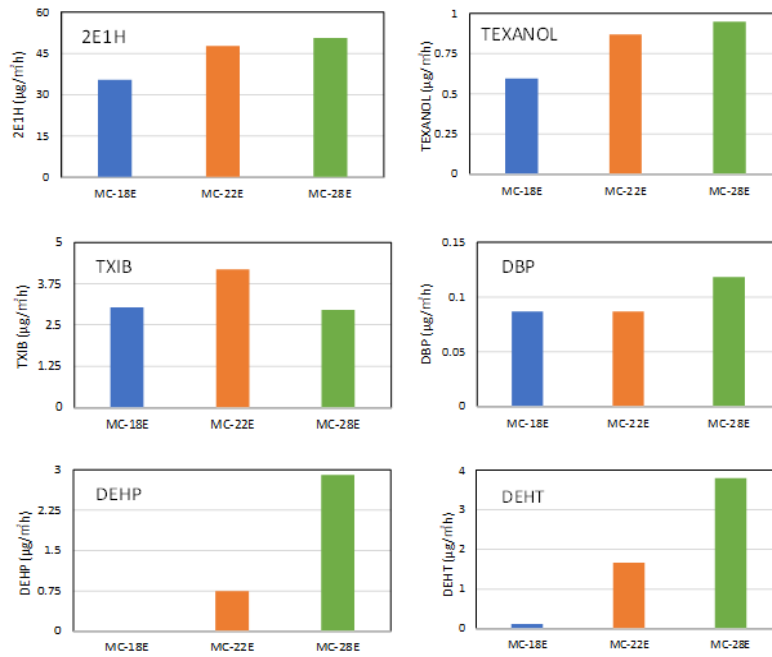


図 17 各 SVOC の放散速度の測定結果

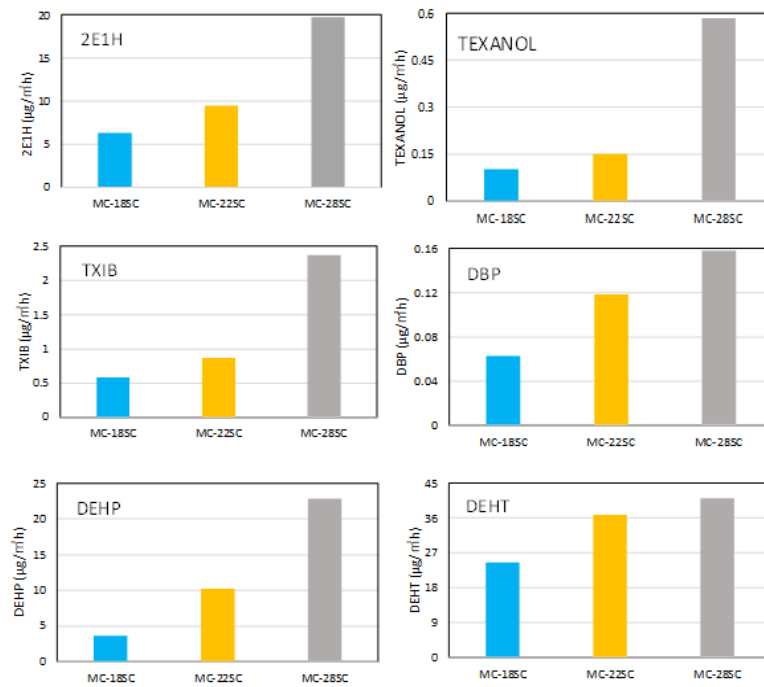


図 18 各 SVOC の表面ブリードアウトの測定結果