

令和2年度 厚生労働行政推進調査事業費補助金（化学物質リスク研究事業）
分担研究報告書

室内空気環境汚染化学物質の標準試験法の策定およびリスク低減化に関する研究

室内空気環境汚染化学物質の標準試験法の国際規格化

研究分担者 田辺 新一 早稲田大学創造理工学部建築学科 教授

厚生労働省のシックハウス（室内空気汚染）問題に関する検討会により、指針値の見直しや、新たな規制汚染物質が継続的に行われている。本研究では、国内において提案された精度の高いフタル酸エステル類の測定・分析方法の国際規格化を行う活動を行った。また、実際の室内において TEXANOL、TXIB などの気中濃度を測定した。国際規格化に関しては、新型コロナウイルス感染症の影響で ISO/TC146/SC6 国際会議はオンライン開催となった。日本が提案した方法に関する審議は ISO-16000-33・WG20 において 2020 年 9 月 23 日（水）、20 時 30 分から 22 時（日本時間）に行われた。審議の結果、2019 年度 12 月末に提案した ISO-16000-33(フタル酸エステル類分析方法)の改正案から、国内のフタル酸エステル類の測定・分析方法が Annex B (informative) Sampling by adsorption with ODS solid phase disk or SDB copolymer cartridge and subsequent solvent extraction として提案されることになった。現時点では ISO-16000-33 の改正案は NWIP（新規提案）の投票が終了し、CD（委員会投票）に進む予定となっている。また、実際の空間を想定した実空間モデルにおける試料負荷率と気中 SVOC 濃度を測定することで、室内の SVOC 放散挙動の特徴を調べた。今回の測定では TEXANOL、TXIB、DEHP、DBP 等が検出された。しかし、TXIB、TBP、TCEP、2EHA、C16 については濃度が高く GC/MC の定量上限を超えたため気中濃度の定量が出来なかった。DBP、DEHP より沸点が低い TEXANOL は資料負荷率の増加につれ、気中濃度も増加傾向となり、DBP 及び DEHP の気中濃度より約 34～105 倍高く測定された。加えて、ヒトが存在する条件での室内空気を測定した。今後は、代替物質の空気・ハウスダスト中濃度の測定や、表面ブリードアウト量を測定することで、TEXANOL、TXIB 等の放散挙動を更に調べる。

A. 研究目的

厚生労働省のシックハウス（室内空気汚染）問題に関する検討会が継続的に開催され、指針値の見直しや新たな規制汚

染物質が検討されている。また、フタル酸エステル類について改正指針値に対応して精度の高い標準試験法が開発された。これは、日本薬学会編 衛生試験法・注

解 2015 : 追補 2019 にて公表され、国内の規格となっている。この精度の高い国内規格を国際規格化とするために ISO 会議に新規案を提案した。本分担研究では、この国内のフタル酸エステル類の測定・分析方法を ISO/TC146(大気 of 質)/SC6(室内空気)、ISO 16000-33:2017「Determination of phthalates with gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS)」に新規提案を行っているため、その進捗情報を報告する。また、実験室内に実空間モデルを製作し、実空間モデルにおける気中 SVOC 濃度を測定した。今回の測定では、実空間モデル内の資料負荷率変化させることで、室内における SVOC 放散挙動の特徴を調べた。また、ヒトが存在する条件での室内空気を測定した。

B. 研究方法

B-1 ISO-16000-33 (新規規格案)

研究グループによってシックハウス検討会の改正指針値に対応可能な精度の高いフタル酸エステル類の標準試験法が開発された。この試験法は日本薬学会編衛生試験法・注解 2015 : 追補 2019 にて公表された。この規格を国際標準化するために、今回のフタル酸エステル類の測定・分析方法を ISO/TC146(大気 of 質)/SC6(室内空気)、ISO 16000-33 : 2017 Determination of phthalates with gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS)」に新規提案した。進捗情報を報告する。

B-2 実空間モデルにおけるSVOC放散挙動に関する研究

1)測定概要

測定対象建材は2019年度測定した建材から TEXANOL 及び TXIB の放散速度が高かった水性ペイント(水性アクリルエマルジョン塗料)、PVC 系シートを選択し、実空間モデルの内部に施工し、気中 SVOC 濃度を測定した。

2)測定方法

表 1 に実空間モデルの詳細を示す。図 1 に実空間モデルの写真及び配置図を示す。実空間モデルの容積は 13.3(m³)であり、構造用合板で製作された。図 2 に換気ファン及び捕集ポンプの写真を示す。実空間モデルの換気は第 1 種換気とした。換気ファンはパソコン用冷却ファンを用いた。実空間モデルの換気回数は 0.5±0.05(回/h)であり、トレーサガスを用いて確認した。図 3 に実空間モデルの内部及び試験片の施工写真を示す。水性ペイントの試験片は木板 (600mm×900mm) に水性塗料を 2 回塗り、1 週間以上乾燥させて制作した。図 4 に実空間モデルの外部及び内部における測定の様子、表 2 に実空間モデルにおける測定概要を示す。実空間モデル内の試料負荷率 [L] は、水性ペイントにおいては 0.4、0.7、1.0、PVC シートにおいては 0.5 とし、気中 SVOC 濃度は各試料負荷率に対して 3 回測定を行った。

表 3 に実空間モデルにおける空気捕集条件を示す。SVOC 物質の捕集には Tenax TA 管を用いた。吸引量は 200mL/min で、総 50L を捕集した。空気の捕集位置は実空間モデルの中央部であり、床面から 1.5m の高さにした。

3)分析方法

分析対象物質は、2EH(2-エチルヘキサノール)、D6(ドデカメチルシクロヘキサシロキサン)、BHT(ジブチルヒドロキシトルエン)、DEP(フタル酸ジエチル)、C16(ヘキサデカン)、TBP(リン酸トリブチル)、TCEP(リン酸トリス(2-クロロエチル)、DBA(アジピン酸ジブチル)、DBP(フタル酸ジ-n-ブチル)、C20(n-イコサン)、TPP(リン酸トリフェニル)、DOA(アジピン酸ジオクタチル)、DEHP(フタル酸-2-エチルヘキシル)、2EHA(2-エチルヘキシルアクリレート)、TEXANOL(テキサノール)、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)、DNOP(フタル酸ジ-n-オクタチル)、DINP(フタル酸ジイソノニル)、DIDP(フタル酸ジイソデシル)の20種類の物質である。表4にGC/MSの分析条件を示す。

C. 研究結果

C-1 ISO-16000-33 (新規格案)

ISO/TC146/SC6のWorking Groupのオンライン会議日程とオンライン会議の画像を付録に示す。ISO-16000-33に対するオンライン会議は2020年9月23日、20:30から22:00に行われた。WG 20では、ISO16000-33の改正案について議論が行われた。本研究のグループから「ODS固相ディスクまたはSDB共重合体カートリッジによるサンプリング方法と溶媒抽出・分析方法」をISO-16000-33の本文の4章に含めることを提案した。ドイツの代表団はFlorisil(フロリジル)以外の吸着剤が示されており、同じ結果となるのであれば、本方法を含まなくとも対応は可能であり、本文の改訂の必要はないので

はないかと意見が出された。ISO 16000-33の脚注を参照のこと。しかしながら、研究グループの提案した方法は非常に高精度であることを説明し、本文中にその記述を行うことになった。欧州ではまだ一般的な方法ではないため、WG 20では日本から提案したフタル酸エステル類の測定・分析方法は付属書として含めることとなった。付録への参照は第4章の概要に記載した。新規提案は2020年12月末までNWIP投票が行われ、P-メンバーから賛成を得た。今後CD(委員会投票)を提出する予定となっている。

また、WG20のコンビーナであるMichael Wensing氏は今年末に引退するが、ドイツのErik Uhde博士が継承することとなった。

C-2 実空間モデルにおけるSVOC放散挙動に関する研究

1) 水性ペイント

図5~7にそれぞれTEXANOL、DBP、DEHPの気中濃度測定結果を示す。

TEXANOLの気中濃度の場合、試料負荷率L[0.4]、L[0.7]、L[1.0]において各々7.60~9.40、6.40~8.40、7.6~17.6[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]で平均値はそれぞれ8.73、7.60、13.60[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]であった。L[0.4]及びL[0.7]の気中濃度の平均値は比較的近い値を示しているが、L[1.0]はL[0.4]及びL[0.7]に比べて1.5倍以上高い値となった。

DBPの気中濃度は試料負荷率[L]の違いによる変化は小さく、各試料負荷率において平均値はいずれも0.18[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]であった。試料負荷率と気中濃度との間に相関関係はみられなかった。

DEHP の気中濃度は、試料負荷率 L[0.4]、L[0.7]、L[1.0]における平均値が各々 0.41[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]、0.36[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]、0.26[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]で、試料負荷率による気中濃度の変化は小さかった。この理由は、DBP(沸点：340 $^{\circ}\text{C}$)及び DEHP(沸点：385 $^{\circ}\text{C}$)の場合、TEXANOL (沸点：255 $^{\circ}\text{C}$)に比べて揮発性が低く、気中に拡散する性質よりも壁面等に付着したり、建材表面にブリードアウトされる性質が強いためであると考えられる。

2) PVC シート

図 8~10 に TEXANOL、DBP、DEHP の気中濃度測定結果を示す。試料負荷率 L[0.5]における各物質の測定値は各々 9.20~13.00[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]、0.00~0.17[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]及び 0.32~0.36[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]となり、平均値はそれぞれ 11.60[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]、0.11[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]、0.34[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]であった。TEXANOL の気中濃度は、DBP、DEHP に比べて 30 倍以上高く検出された。

D. 考察

D-1 ISO-16000-33 (新規格案)

WG20 での審議後、ISO/TC 146/SC 6/WG 20 N 45 「Recommendation」が作成された。日本の新規提案と関連する内容は Recommendation 31、32 となった。

- Recommendation 27 (会議 1)

ISO / TC 146 / SC 6 / WG 20 は議題 (N40) と前回の会議の議事録 (N36) を承認した。

- Recommendation 28 (会議 2)

ISO / TC 146 / SC 6 / WG20 は、Drafting Committee のメンバーとしての Elisabeth Hösen 氏を任命した。

- Recommendation 29 (会議 3)

ISO / TC 146 / SC 6 / WG 20 は Michael Wensing の専門知識と長年の忍耐強い仕

事に感謝する。

- Recommendation 30 (会議 4)

ISO / TC 146 / SC 6 / WG 20 は SC6 に Erik Uhde 氏を新しいコンビーナとして任命することを提案した。

- Recommendation 31 (会議 5)

ISO / TC 146 / SC 6 / WG 20 は、SC6 に ISO16000-33 を改正する新しい作業項目を開始するように要求した。

- Recommendation 32 (会議 6)

ISO / TC 146 / SC 6 / WG 20 は、ISO-16000-33 改正のために NWIP をできるだけ早く提出し、NWIP 投票後にドラフトを CD 投票に提出することを決定した。

- Recommendation 33 (会議 7)

ISO / TC 146 / SC 6 / WG 20 は、必要に応じて、2021 年の ISO / TC 146 / SC6 の会議と併せて再度会議を行う。

研究グループが提案した精度の高い国内のフタル酸エステル類の測定・分析方法は Annex B (informative) Sampling by adsorption with ODS solid phase disk or SDB copolymer cartridge and subsequent solvent extraction として提案されることになった。付録に Annex B を示す。

2021 年 01 月 05 日に、ISO-16000-33 の NWIP(新規提案)が採択され、CD(委員会投票)の提出が予定されている。

D-2 実空間モデルにおける SVOC 放散挙動に関する研究

実空間モデルにおける水性ペイント、PVC シートからの SVOC 放散挙動測定を行った。分析対象物質に挙げた 20 種類の化学物質の中、TXIB、TBP、TCEP、2EHA、

C16についてはGC/MCの定量上限を超えたため気中濃度の定量が出来なかった。

SVOC 物質の中で比較的沸点が低いTEXANOLは、資料負荷率の増加につれ、気中濃度も増加傾向が見られた。しかし、沸点が高いDBP、DEHPの場合は資料負荷率が増加しても気中濃度の変化は少なかった。結果的に、SVOC 物質の中でも化学物質の沸点によって、放散挙動が異なることが分かった。また、PVCシートの場合、DBP、DEHPの気中濃度がそれぞれ0.11、0.34[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]に対し、TEXANOLの気中濃度は11.60[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]であり、DBP、DEHPより約34~105倍以上高く検出された。在室者に対するTEXANOLの暴露は呼吸が高いと考えられる。

E. 結論

E-1 ISO-16000-33 (新規格案)

研究グループが提案した精度の高いフタル酸エステル類の測定・分析方法を国際規格化するためにISOのオンライン国際会議に参加した。フタル酸エステル類の測定・分析方法をISO 16000-33 : 2017「Determination of phthalates with gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS)」に追加するため、新草案を作成している。ISO-16000-33の改正案は2020年10月6日から同年12月29日までNWIPが投票され、2021年01月05日に採択の連絡があった。この結果から、CD(委員会投票)を提出する予定である。初期の目的は達成した。

E-2 実空間モデルにおけるSVOC放散挙動に関する研究

分析対象物質に挙げた20種類の化学物質について気中濃度測定を行った。今回の測定ではTEXANOL、TXIB、DEHP、DBP等が検出されたが、TXIB、TBP、TCEP、2EHA、C16についてはGC/MCの定量上限を超えたため気中濃度の定量が出来なかった。今後、GC/MCの検量線範囲の検討、空気捕集量の調整及び換気量の増加などを検討する。また、水性ペイントのような蒸散型建材の場合、試験片の制作後、養生期間などを検討する必要がある。

DBP、DEHPより沸点が低いTEXANOLは、資料負荷率の増加につれ、気中濃度も増加傾向であった。また、DBP、DEHPの気中濃度より約34~105倍高く測定されたため、呼吸によるリスクが高いと予測される。今後、気中濃度とハウスダスト中濃度を測定することで、実際の空間における汚染状態を調べる必要がある。

また、PVCシートからもTEXANOL、TXIBが検出されているため、PVCシート表面のブリードアウト量も測定したい。ヒトが存在する空間での測定に関しても継続したい。

F. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

1) 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SVOC物質の放散挙動に関する研究、日本建築学会中国支部研究発表会、Vol.44, pp. 345-348, 2021.3

G. 知的所有権の取得状況

1.特許取得

なし

2.実用新案登録

なし

3.その他

なし

表一覧

表 1. 実空間モデルの詳細

材料	構造用合板	
大きさ(mm)	2700×2700×1800	
容積(m ³)	13.3	
各部位の面積(m ²)	壁	17.6
	床	7.3
	天井	7.3

表 2. 実空間モデルにおける測定概要

建材	種類	試料負荷率 [m ² /m ³]	測定回数	サンプリング名
水性塗料	水性 ペイント	L[0.4]	-	BL
			1 回目	①
			2 回目	②
		L[0.7]	3 回目	③
			1 回目	①
			2 回目	②
		L[1.0]	3 回目	③
			1 回目	①
			2 回目	②
床材	PVC シート	L[0.5]	3 回目	③
			2 回目	②
			1 回目	①

BL:ブランク値

表 3. 実空間モデルにおける空気捕集条件

吸引ポンプ	
温度と相対湿度	22~23°C、30~50%
吸引流量と時間	200ml/min×250 分
総捕集量	50L
捕集管	Tenax TA(60/80mesh)

表 4. GC/MS の分析条件

使用機器(GC/MS)	Agilent 6890N / 5973 inert
カラム	Inert Cap 1MS 30m×0.25mm×0.25µm
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

図一覧

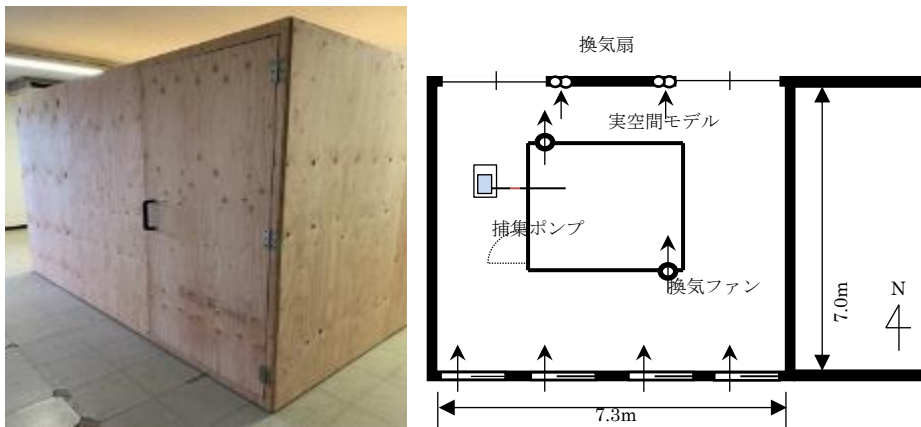


図 1 実空間モデルの写真及び配置図

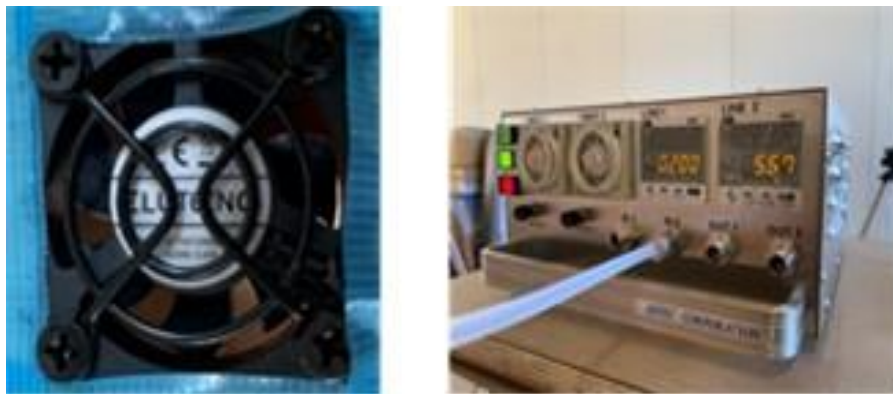


図 2 換気ファン及び捕集ポンプの写真



図 3. 実空間モデルの内部及び試験片の設置写真



図 4 実空間モデルの外部及び内部における測定の様子

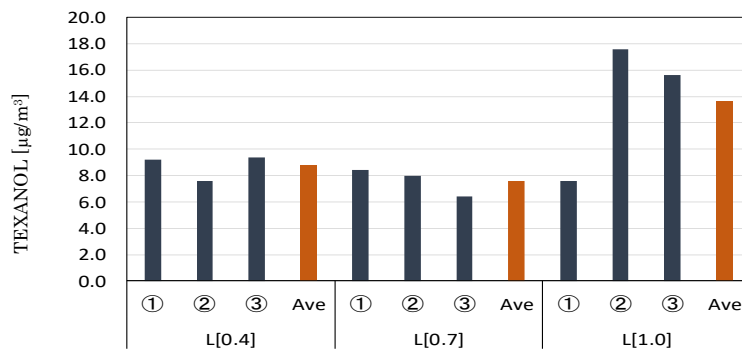


図 5 TEXANOL 気中濃度結果(水性ペイント)

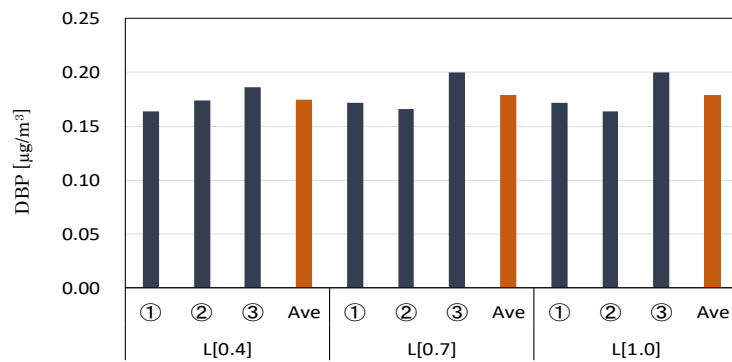


図 6 DBP 気中濃度結果(水性ペイント)

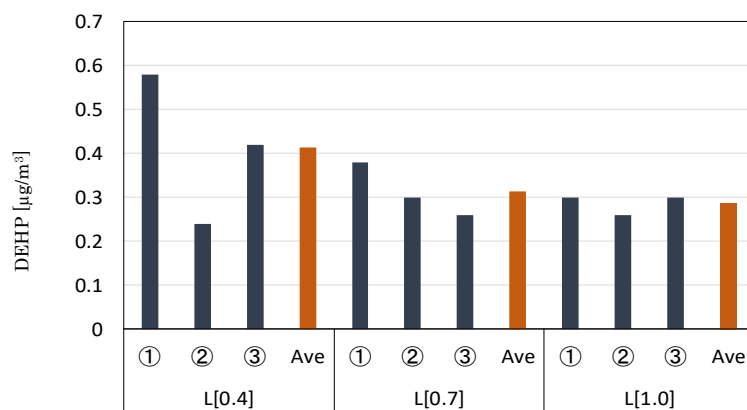


図 7 DEHP 気中濃度結果(水性ペイント)

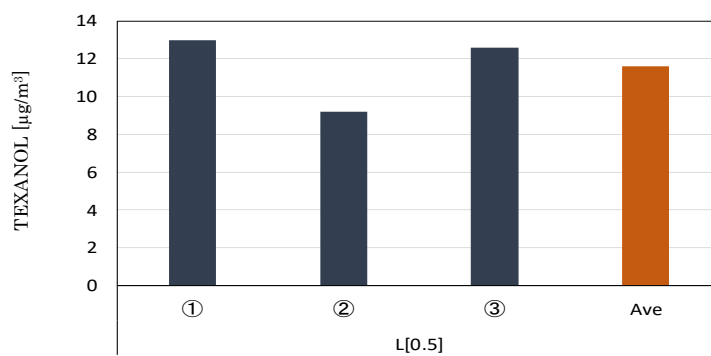


図 8 TEXANOL 気中濃度結果(PVC シート)

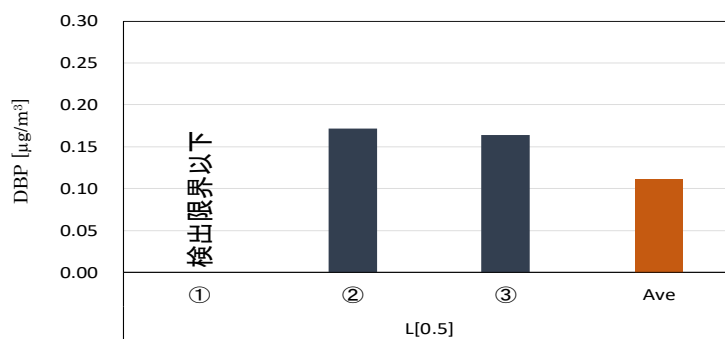


図 9 DBP 気中濃度結果(PVC シート)

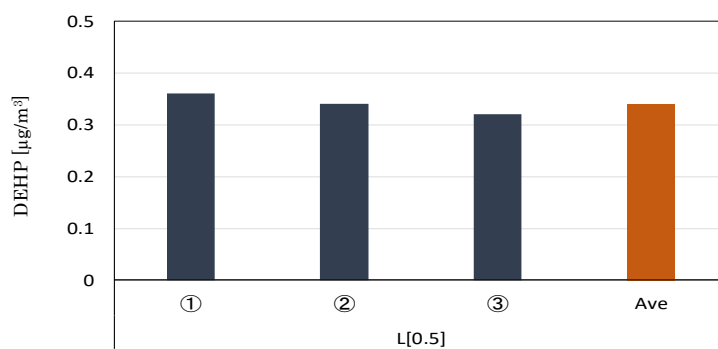
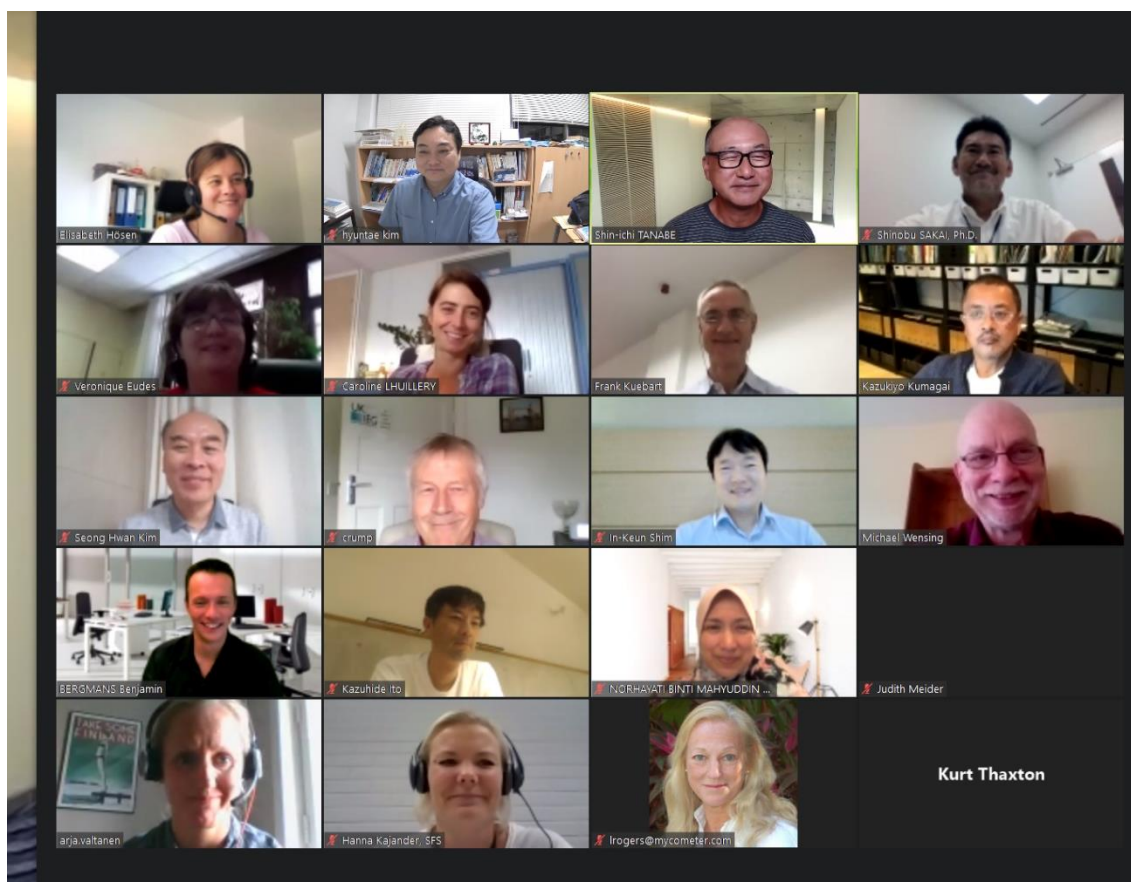


図 10 DEHP 気中濃度結果(PVC シート)

付録

表 1 オンライン会議スケジュール (ISO/TC 146 meetings September 2020)

Date	Time	Meeting details
2020-09-23	11:30 – 15:00 UTC	ISO/TC 146/SC 6/WG 20 https://iso.zoom.us/j/96092016488?pwd=QIFtRHI4cENWYlVhYVJ2YmFUcUwyUT09 Meeting ID: 960 9201 6488 Password: 084604
2020-09-25	11:30 – 13:00 UTC	ISO/TC 146 https://iso.zoom.us/j/97144131007?pwd=SGZxdTJNSS9ySi9mbDdVVXpBQXhaUT09 Meeting ID: 971 4413 1007 Password: 805903



オンライン会議の画像

以下、新規ISO-16000-33のAnnex Bを示す。

Annex B
(informative)

Sampling by adsorption with ODS solid phase disk or SDB copolymer cartridge and subsequent solvent extraction

B.1 Apparatus, operating materials and chemicals

B.1.1 Sampling system, according to [Figure 1](#).

B.1.2 Pump, suitable for a volume flow of approximately 2 l/min or 10 l/min under the conditions of the sampling, recommended sampling volume of approximately 2.88 m³ to 14.4 m³ in 24 h.

B.1.3 Gas volume meter, the maximal measurement inaccuracy shall not exceed 5 %.

B.1.4 ODS solid phase disk, 47 mm in diameter.

B.1.5 SDB copolymer cartridge.

A.1.6 Sampler holder, parts of the holder for the solid phase disk or cartridge that contact the sampler should comprise Teflon®.

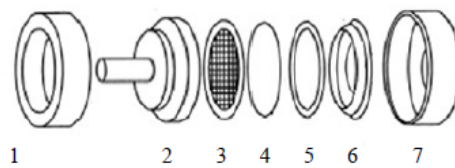
B.1.7 Glass centrifuge tube, 10 ml.

B.1.8 Laboratory sampling facilities, hygrometer, thermometer, barometer.

B.1.9 Solvent, acetone for residual agricultural chemical test, free of blank values (solvent shall be tested for the absence of phthalate blank values).

B.1.10 Internal standards, suitable are, e.g. the ring-deuterated compounds D4-DMP, D4-DEP, D4-DBP, D4-BBP, D4-DEHP, D4-DOP as well as the non-deuterated diallyl phthalate (DAIP); see [Clause 5](#) and [Table 3](#).

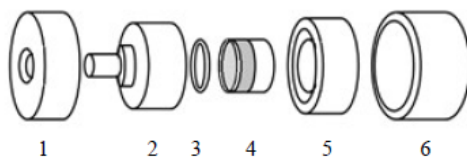
B.1.13 GC-MS, gas chromatographic (GC) system, fitted with a mass spectrometric (MS) detector.



Key

- 1 Pump side cap (made of aluminium)
- 2 Screen holder (made of Teflon®)
- 3 Support screen (made of Teflon®)
- 4 Solid phase disc
- 5 O-ring (made of Teflon®)
- 6 Solid phase disc retainer (made of Teflon®)
- 7 Air sampling side cap (made of aluminium)

Figure B.1— Scheme of holder for solid phase disk



Key

- 1 Pump side cap (made of aluminium)
- 2 Cartridge holder (made of Teflon®)
- 3 O-ring
- 4 SDB copolymer cartridge
- 5 Cartridge retainer (made of Teflon®)
- 6 Air sampling side cap (made of aluminium)

Figure B.2 — Scheme of cartridge holder

B.2 Sampling

After installing the solid phase disc or cartridge in the sampler holder, wrap the entire holder assembly with aluminium foil, put in a closed metal container and carry to the measurement site. Then, prepare two identical holders separately, one for the operation blank (to be kept in the analysis facilities until sampling is completed), the other for transport to the measurement site and intended as the travel blank.

For sampling, place the holder 1.2 to 1.5 m above the measurement site and connect it to the suction pump. Run the suction pump and collect the sample air at a flow rate of 2 l/min to 10 l/min for 8 to 24 h.

After sampling, detach the holder from the suction pump, wrap in aluminium foil, store in a closed metal container and transport back to the analysis facilities. The holder for the travel blank test should be handled in the same manner as the sampling holders, minus the air sampling procedure.

Furthermore, record the weather conditions at the time of measurement (such as air temperature, humidity and pressure) and the sampling details (such as start and end time of air sampling and volume of air sampled).

NOTE For the solid phase disc holder, disassemble the parts into pieces, place them in a metal bucket or glass beaker before use, perform ultrasonic cleaning in acetone for 10 min, air dry and assemble the cleaned solid-phase disc. At that time, use a pincette that has been ultrasonically cleaned in acetone for 10 min. Cartridge holders do not require cleaning before use. When mounting the cartridge in the holder, wash your hands with soap and be careful not to directly touch the air sampling side of the cartridge.

The operation blank test is performed to confirm the extent of contamination from the environment in the preparation of the test solution.

The purpose of the travel blank test is to confirm the extent of contamination during the time from sampling to sample solution analysis. In the case the travel blank value is equal to or lower than the operation blank value, it is confirmed that there is no contamination during transfer. If the travel blank value is larger than the operation blank value, contamination occurred during transport and the origin of contamination should be pursued. Measures should be taken to prevent contamination during the retest. In calculating the concentration in air, the travel blank value is subtracted from the measured value.

B.3 Test solution preparation

Remove the solid phase disc from the holder and fold it into a glass centrifuge tube. Remove the cartridge from the holder and transfer the internal SDB copolymer resin to a glass centrifuge tube. Add 5 ml of acetone and 5 µl of internal standard

solution to the centrifuge tube extract ultrasonically for 20 min and centrifuge at 2,500 rpm for 10 min; then, use the supernatant as the test solution.

B.4 Blank values

In the blank test with ODS solid phase disk and SDB copolymer cartridge, DEP, DBP, and DEHP were detected from all adsorbents (Table X), while the two other target phthalates – DiBP and BBP – were not detected^[3].

Table B.1 — Blank values of phthalates in each adsorbent (n=3; ng ± s.d.)

Analyte	ODS disk A	ODS disk B	SDB cartridge
DEP	2.0 ± 0.10	2.6 ± 0.20	1.3 ± 0.20
DiBP	<0.2	<0.2	<0.2
DBP	23.6 ± 3.0	30.1 ± 4.5	10.1 ± 1.5
BBP	<1.0	<1.0	<1.0
DEHP	23.0 ± 5.6	32.7 ± 4.4	13.7 ± 2.8
Internal standards: D4-DBP, D4-BBP, D4-DEHP			

B.5 Interlaboratory validation study for ODS filter method and SDB cartridge method

To establish the method performance characteristics, an interlaboratory validation study was carried out^[3].

Accuracy, which was determined by the recovery study, was evaluated by preparing two kinds of adsorbents (ODS filters and SDB cartridges) spiked with 4 µg of DBP and DEHP. Table X.1 shows the results of intra- (within) and inter- (between) reproducibility in the recovery test.

In the case of DBP, the recoveries were between 85.3 and 107.9% (ODS filters), and 92.1 and 105.0% (SDB cartridges). In the case of DEHP, the recoveries were between 84.5 and 107.3% (ODS filters), and 73.3 and 103.3% (SDB cartridge).

The within-laboratory reproducibility, relative standard deviations (RSD_i), of DBP were 2.1–13.6% for ODS filters and 2.0–7.5% for SDB cartridges. RSD_i of DEHP were 4.0–20.7% for ODS filters and 0.8–8.1% for SDB cartridge. On the other hand, the interlaboratory reproducibility, relative standard deviation (RSD_R), of DBP was 8.6% for ODS filters and 5.1% for SDB cartridges, while RSD_R of DEHP was 9.7% for ODS filters and 13.1% for SDB cartridges.

The interlaboratory reproducibility (RSD_R) values were compared with the predicted levels of precision obtained from the Horwitz equation. The predicted RSD_R was calculated to be 16.55%, according to the Horwitz equation. The HorRat value—the ratio of RSD_R (measured) to the predicted RSD_R (Horwitz)—gives a comparison between the actual precision and the precision predicted by the Horwitz equation. The HorRat values ranged from 0.31 to 0.79 (Table X.1).

Table B.2. Recovery, repeatability, and reproducibility of the method calculated using two adsorbents spiked with DBP and DEHP ($n = 5$)

			Lab A	Lab B	Lab C	Lab D	Lab E
DBP	ODS filter	Recovery (%)	103.5	101.1	107.9	85.3	101.6
		Repeatability (within-lab) RSD_r (%)	3.0	2.1	2.8	8.4	13.6
		Reproducibility (between-lab) RSD_R (%)	8.6				
		Horwitz ratio (HorRat) value	0.52				
	SDB cartridge	Recovery (%)	96.3	102.0	100.1	92.1	105.0
		Repeatability (within-lab) RSD_r (%)	6.9	2.0	7.5	4.5	2.3
		Reproducibility (between-lab) RSD_R (%)	5.1				
		Horwitz ratio (HorRat) value	0.31				
DEHP	ODS filter	Recovery (%)	107.3	104.8	95.0	91.7	84.5
		Repeatability (within-lab) RSD_r (%)	4.2	4.0	4.8	6.7	20.7
		Reproducibility (between-lab) RSD_R (%)	9.7				
		Horwitz ratio (HorRat) value	0.59				
	SDB cartridge	Recovery (%)	96.6	103.3	85.4	97.9	73.3
		Repeatability (within-lab) RSD_r (%)	6.6	1.9	8.1	2.3	0.8
		Reproducibility (between-lab) RSD_R (%)	13.1				
		Horwitz ratio (HorRat) value	0.79				