

## 国立医薬品食品衛生研究所における床ワックス施工作業が室内空気質に与える影響について

大嶋直浩<sup>#</sup>, 酒井信夫, 内山奈穂子

### Influence of floor wax application and stripping on indoor air quality at National Institute of Health Sciences

Naohiro Oshima<sup>#</sup>, Shinobu Sakai, Nahoko Uchiyama

In this study, we investigated the influence of annual floor cleaning operations on indoor air concentrations of chemical substances. The cleaning was conducted in January 2025 at the National Institute of Health Sciences (NIHS). The main survey area was the southeastern hallway on the third floor and the surrounding laboratories of Division of Environmental Chemistry. Indoor air samples were collected and analyzed before and after the floor wax stripping process, which followed a prior wax application. Analysis using thermal desorption-gas chromatography-mass spectrometry (TD-GC-MS) revealed a decrease in acetone concentration after the floor wax stripping process, particularly in the laboratory equipped with a special positive-pressure ventilation system. As acetone is extensively used in cleaning agents applied before the floor wax application, potential interference from floor waxing operations should be considered when conducting experiments involving acetone measurements.

Keywords: indoor air quality, floor wax, acetone

#### 1. 緒言

国立医薬品食品衛生研究所（国立衛研）は、共用部の定期清掃において、廊下の洗浄および床ワックス塗布が実施されている。年に1度実施される定期清掃は、所内の衛生環境を改善するが、化学物質の微量分析を主な所掌業務とする生活衛生化学部の3階南東エリアでは、洗浄液や床ワックスに由来する化学物質がバックグラウンドとして分析業務に影響するおそれがあることから、あえて清掃は実施されていない。

床ワックス塗布作業は、一般的に床面の除塵作業後、専用洗浄剤およびポリッシャーによる機械洗浄を行い、床面を十分に乾燥させた後、最終的に床材に適したワックスを均一に塗布する工程から構成される。これらの作業に使用される業務用製品には、洗浄剤中のアルコール類やグリコールエーテル類、ワックス中の可塑性剤や樹脂

分散液などが含まれている<sup>1)</sup>。また、一度塗布した床ワックスを剥離する製品にはグリコールエーテル類や界面活性剤などが含まれている<sup>2)</sup>。

令和7年1月18日に行われた定期清掃作業において、誤って該当エリアの廊下が床清掃された。直ちに床ワックスの剥離作業が実施されたが、ワックス塗布やその剥離作業が室内空気質に与える影響について国立衛研で分析した報告例はない。本研究では、生活衛生化学部エリアの廊下や周辺の実験室において、床ワックス剥離作業の前後における室内空気中化学物質濃度の推移を調査したので報告する。

#### 2. 材料および方法

##### 2.1 サンプルング方法

室内空気中化学物質の捕集には、Tenax TA単層充填捕集管（Markes International社製SafeLok<sup>TM</sup>仕様ステンレス製）を使用し、その清浄化は捕集管をTC-20（Markes International社製）に取り付け、100℃で1時間、その後300℃で2時間加熱し、50 mL/minで窒素ガスを通気して行った。捕集にはGSP-400FT（株式会社ガステック社製）ポンプを使用し、空気サンプルを

<sup>#</sup> To whom correspondence should be addressed:

Naohiro Oshima; Division of Environmental Chemistry, National Institute of Health Sciences, 3-25-26 Tonomachi, Kawasaki-ku, Kawasaki, 210-9501 Japan; Tel/Fax: +81-44-270-6547; E-mail: n-oshima@nihs.go.jp

50 mL/minで58分間採取した（積算体積として2.9 L）。床から1.2 mの高さの空気試料を採取した。

## 2.2 調査対象地点及び調査期間

床清掃によるワックス塗布後、4日目に採取した室内空気試料採取を「Pre-Stripping」とし、その3日後の床ワックス剥離作業からさらに4日経過した空気試料採取を「Post-Stripping」とした（Fig. 1）。サンプリング地点は国立医薬品食品衛生研究所殿町庁舎（神奈川県川崎市川崎区殿町3丁目）の生活衛生化学部エリアの3か所〔廊下（Hallway）、生活衛生化学部実験室1（Lab.; 一般実験室）、生活衛生化学部微量揮発性有機化合物分析室（VOC room; 陽圧制御特別仕様実験室）〕の空気を採取した。

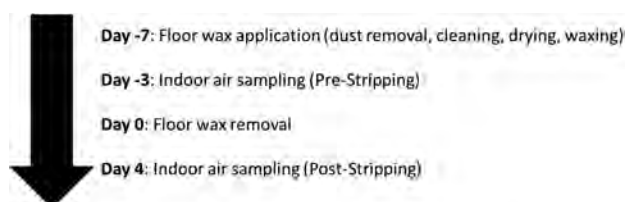


Fig. 1 Overview of floor wax application and stripping process and indoor air sampling

## 2.3 分析方法

加熱脱離（TD: Thermal Desorption）－ガスクロマトグラフィー－質量分析計（GC-MS）による揮発性有機化合物（VOC）の測定にはTD-30R及びGCMS-QP2020 NX（島津製作所社製）を使用した。測定対象は、室内空気濃度指針値（指針値）が設定されているVOC及び諸外国の規制当局において指針値等の設定されているVOCを含む計92物質とし（Table 1）<sup>3-4)</sup>、ScanおよびSIMモードを高速にスイッチするFASST（Fast Automated Scan/SIM Type）で測定し、Toluene-*d*<sub>8</sub>を用いた内部標準法によって定量した。検量線は0.5～100 ng（6点）の範囲で作成し、得られた量は、サンプリング時の積算体積（2.9 L）で除して、濃度（ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）として算出した。定量下限値は検量線の最下限値に相当する0.17  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ とした。すべての物質で、検量線の相関係数（*r*）は0.99を上回り、良好な直線性を示した。

TD-GC-MSの分析条件は既報<sup>5-7)</sup>に従い設定した。

### TD

空気試料の加熱脱離は、280℃で8分間、50 mL/minの流速で行った。冷却トラップは-20℃に設定し、トラップからの脱着は280℃で5分間実施した。ラインおよびバルブの温度は250℃とした。

### GC

Rtx<sup>®</sup>-1 カラム（60 m×0.32 mm, 1  $\mu\text{m}$ ; Restek社製）

Table 1 List of targeted chemicals

No.	Chemicals	No.	Chemicals	No.	Chemicals
1	Acetone	33	Furfural	64	Decane*
2	2-Propanol	34	Tetrachloroethylene	65	1,4-Dichlorobenzene**
3	Acrylonitrile	35	Hexamethylcyclotrisiloxane	66	Benzyl alcohol
4	Dichloromethane	36	1,3-Butanediol*	67	2-Ethyl-1-hexanol*
5	1-Propanol	37	Propylene Glycol Monomethyl Ether Acetate	68	1,2,3-Trimethylbenzene
6	2-Butanone	38	Propylene Glycol tert-Butyl Ether	69	Dipropylene Glycol*
7	Ethyl Acetate*	39	Ethylbenzene**	70	D-Limonene*
8	Hexane*	40	<i>m,p</i> -Xylene**	71	Acetophenone
9	Chloroform	41	Ethylene Glycol Monoethyl Ether Acetate	72	<i>p</i> -Cresol
10	Ethylene Glycol Monomethyl Ether	42	Styrene**	73	Ethylene Glycol Monobutyl Ether Acetate
11	1,2-Dichloroethane	43	Heptanal*	74	Nonanal
12	2,4-Dimethylpentane	44	<i>o</i> -Xylene**	75	Ethylene Glycol Monohexyl Ether
13	1-Butanol	45	Ethylene Glycol Monobutyl Ether	76	Undecane*
14	Benzene	46	3-Methoxy-3-methylbutanol	77	1,2,4,5-Tetramethylbenzene
15	Propylene Glycol Monomethyl Ether*	47	Nonane*	78	Decamethylcyclopentasiloxane*
16	Cyclohexane	48	Diethylene Glycol Monomethyl Ether	79	Diethylene Glycol Monobutyl Ether
17	1,2-Dichloropropane	49	Cumene	80	<i>dl</i> -Menthol*
18	Bromodichloromethane	50	Diethylene Glycol Dimethyl Ether	81	Naphthalene
19	Trichloroethylene	51	Benzaldehyde	82	Decanal*
20	2,2,4-Trimethylpentane	52	( <i>lR</i> )-(+)- $\alpha$ -Pinene*	83	Ethylene Glycol Monophenyl Ether
21	Ethylene Glycol Monoethyl Ether	53	Aniline	84	Dodecane*
22	Methyl methacrylate	54	Phenol	85	Benzothiazole
23	Heptane*	55	3-Ethyltoluene	86	Tridecane*
24	Propylene Glycol	56	4-Ethyltoluene	87	Dodecamethylcyclohexasiloxane
25	Methyl Isobutyl ketone	57	1,3,5-Trimethylbenzene	88	2,2,4-Trimethylpentane-1-ol Monoisobutyrate*
26	Propylene Glycol Monoethyl Ether	58	2-Ethyltoluene	89	2,2,4-Trimethylpentane-3-ol Monoisobutyrate*
27	Toluene**	59	Diethylene Glycol Monoethyl Ether	90	Tetradecane**
28	2-Butanone Oxime	60	Dipropylene Glycol Monomethyl Ether*	91	Pentadecane*
29	Dibromochloromethane	61	(-)- $\beta$ -Pinene	92	2,2,4-Trimethylpentane-1,3-diol Diisobutyrate (TMPD-DIB)*
30	Hexanal	62	1,2,4-Trimethylbenzene*		
31	Butyl Acetate	63	Octamethylcyclotetrasiloxane*		
32	Octane*		1-Methyl-2-pyrrolidone		

Internal Standard: Toluene-*d*<sub>8</sub>

\*Volatile organic compounds that should preferably be identified individually for total VOC measurements.

\*\*Volatile organic compounds with guideline values for indoor air concentrations

を使用し、キャリアガスにはヘリウムを用い、流速は40 cm/sec (圧力制御モード) に設定した。スプリット比は20 : 1とし、オープン温度は40℃から開始し、5℃/分の昇温速度で250℃まで上昇させた後、3分間保持した。

#### MS

インターフェース温度は250℃、イオン源温度は200℃に設定した。スキャン範囲は $m/z$  35-450とした。

### 3. 結果及び考察

床ワックス剥離作業前 (Pre-Stripping) における Hallway, Lab., VOC roomの空気試料を採取し、TD-GC-MSで分析した。その結果、測定対象とした92物質のうち、88物質は「現時点では詳細なリスク評価あるいは情報収集を実施する必要はない物質」<sup>8)</sup>とされる $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ を下回る $5\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下であった。他方、Acetone, Ethyl acetate, Hexane, および指針値設定物質であるTolueneの4物質については、少なくとも1地点で $5\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上の濃度が検出された (Table 2, Fig. 2)。特に、Hallwayにおける4物質の濃度は、それぞれ $70.9\mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $9.87\mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $26.5\mu\text{g}/\text{m}^3$ , および $7.43\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、他のサンプリング地点と比べて高濃度であった (Fig. 2 d (A))。なお、測定対象物質のうち、Tolueneを含む指針値設定物質においては、いずれも当該指針値<sup>3)</sup>未満であった。

これら4物質について、床ワックス剥離作業前後の推

移を検証した結果、剥離作業後 (Post-Stripping) は全ての地点でAcetone濃度が低下し、特に、VOC roomにおいて、 $36.9\mu\text{g}/\text{m}^3$ から $4.70\mu\text{g}/\text{m}^3$ へと顕著な低下が認められた (Fig. 2 (A-C))。これはVOC roomが陽圧制御特別仕様の換気システムを採用していることが要因と考えられた。

Acetoneは床ワックス塗布前の洗浄剤に溶媒として高濃度に含有され<sup>1,9)</sup>、特定のコーティング剤で塗膜の剥離や脱脂洗浄、器具洗浄などの補修作業に使用されることがある<sup>10)</sup>。洗浄液に使用される他のVOCと比べて、低沸点のAcetone濃度が高かった原因としては、高濃度にAcetoneを含有する製品の大量使用に加え、多孔質の床材等への吸着・徐放の影響が考えられた。実際、材質や換気率の違いでVOCの放散速度が異なることが報告されている<sup>11)</sup>。これらのことから、床ワックス塗布前の洗浄剤がAcetoneの汚染源である可能性が示唆された。今後、Acetoneを測定対象とする実験を行う際は、床ワックス塗布作業の影響に留意する必要がある。

### 4. 結語

床ワックス塗布作業後において、特にAcetone濃度が高く、剥離作業後にAcetone濃度の低下が観察された。この低下は特に陽圧制御特別仕様実験室で顕著であった。Acetoneは床ワックス塗布前の洗浄剤に大量に使用されるため、Acetoneを測定対象とする実験を行う際は、床ワックス塗布作業の影響に留意する必要がある。

Table 2 Changes in the VOC concentrations of Pre-Stripping and Post-Stripping

Chemicals	Hallway		VOC room		Lab	
	Pre-Stripping	Post-Stripping	Pre-Stripping	Post-Stripping	Pre-Stripping	Post-Stripping
Acetone	70.9	51.8	36.9	4.70	45.4	25.3
Ethyl acetate	9.87	4.17	3.98	1.38	4.99	2.31
Hexane	26.5	21.6	3.69	2.17	6.12	6.01
Toluene	7.43	9.15	3.66	3.11	4.41	4.02

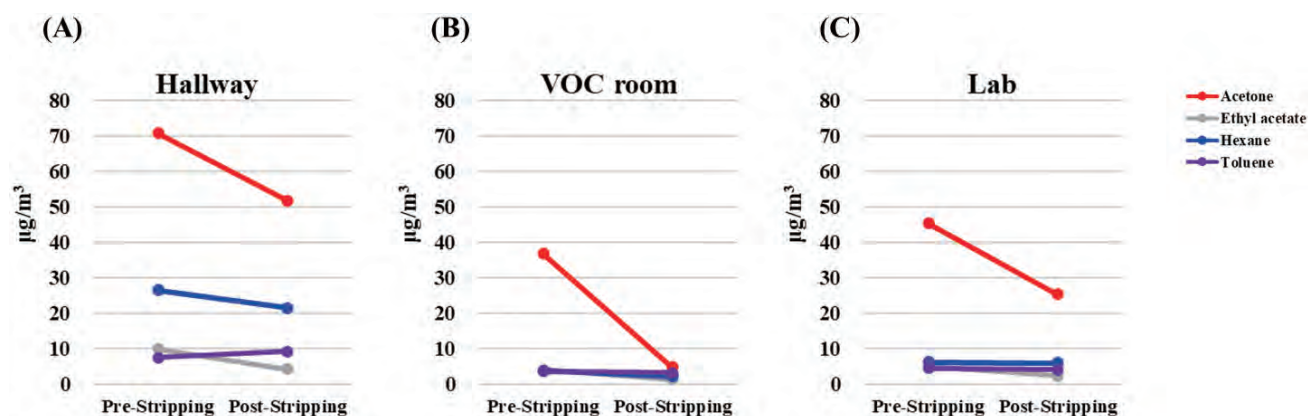


Fig. 2 Changes in the VOC concentrations of Pre-Stripping and Post-Stripping (A) Hallway, (B) VOC room, (C) Lab.

## 5. 参考文献

- 1) Temkin AM, Geller SL, Swanson SA, Leiba NS, Naidenko OV, Andrews DQ: Volatile organic compounds emitted by conventional and “green” cleaning products in the U.S. market. *Chemosphere* 2023;341:139570. doi:10.1016/j.chemosphere.2023.139570
- 2) Green Seal. Environmental Standard for Industrial and Institutional Floor-Care Products (GS-40). Washington, DC: Green Seal, 2004. Available at: <https://www.greenseal.org/files/shares/Standard%20PDFs/GS40-1.0-Standard-2004.pdf>
- 3) 厚生労働省. 室内空気中化学物質の室内濃度指針値及び標準的測定方法について（令和7年）, 厚生労働省医薬局長通知, 医薬発0117第1号. <https://www.mhlw.go.jp/content/11120000/001377536.pdf>, (最終閲覧日：2025年7月11日)
- 4) 厚生労働省. 室内空気中化学物質の測定マニュアル（統合版）について（令和7年）, 医薬局医薬品審査管理課長通知, 医薬薬審発0117第4号. <https://www.mhlw.go.jp/hourei/doc/tsuchi/T250120I0020.pdf>, (最終閲覧日：2025年7月11日)
- 5) Oshima N, Tahara M, Sakai S, Ikarashi Y. Nationwide survey of the candidate substances in guideline values for indoor air concentrations. *Bull Natl Inst Health Sci.* 2022;140:40-47.
- 6) Oshima N, Tahara M, Sakai S, Ikarashi Y. A nationwide survey on indoor air concentrations of benzene and naphthalene in general residential housings. *Indoor Environ.* 2022;25:177-184.
- 7) Oshima N, Takagi M, Sakai S, Ikarashi Y. Comparison of helium-alternative carrier gases for gas chromatography/mass spectrometry of standard test methods for indoor air quality guidelines in Japan. *BPB Rep.* 2022;5:84-87. doi:10.1248/bpbreports.54\_84
- 8) 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）. 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：総揮発性有機化合物（TVOC）の在り方に関する研究 総合研究報告書総合研究報告書（別添3：分担研究報告書, 神野透人）. 厚生労働省. 2024. URL: [https://mhlw-grants.niph.go.jp/project/171763#report\\_pdf\\_2](https://mhlw-grants.niph.go.jp/project/171763#report_pdf_2)（最終閲覧日：2025年7月11日）
- 9) National Center for Biotechnology Information. PubChem Compound Summary for CID 180, Acetone. Available at: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Acetone>
- 10) Yoshida T, et al. JP5620167B2. Floor coating agent composition. Japan Patent Office, 2014. Available at: <https://patents.google.com/patent/JP5620167B2/ja>
- 11) Hodgson AT, Rudd AF, Beal D, Chandra S: Volatile organic compound concentrations and emission rates in new manufactured and site-built houses. *Indoor Air.* 2000;10(3):178-192. doi:10.1034/j.1600-0668.2000.010003178.x