

旅館業法及び興行場法の施設における感染防止対策等を含む衛生管理の推進のための研究
加熱脱着-ガスクロマトグラフ質量分析計(TD-GC/MS)を用いた宿泊施設における
室内空气中揮発性成分の実態把握

研究分担者 戸次 加奈江 国立保健医療科学院 生活環境研究部 上席主任研究官

研究要旨

宿泊施設は、不特定多数の利用者が滞在する空間であり、感染症対策の観点からも、日常的な清掃、換気、消毒、手指衛生等を含む衛生管理が求められる施設である¹⁻³⁾。こうした衛生管理は、感染症の予防に加え、室内空气中に存在する臭気成分や揮発性有機化合物（VOCs）等の化学物質による空気環境の維持にも重要である³⁻⁵⁾。特に客室では、宿泊者の生活行動、飲食、香料製品や化粧品類の使用、喫煙等に由来する成分に加え、建材や内装材、清掃用品等に由来する成分も存在しうるため、日頃からの空気環境の把握と適切な管理が必要である。

そこで本研究では、宿泊施設の客室における VOCs 濃度を把握するため、空気試料を炭素系吸着剤および樹脂系吸着剤で捕集し、加熱脱着-ガスクロマトグラフ質量分析計（TD-GC/MS）により定量分析を行った⁶⁾。測定場所は宿泊施設内の客室 5 室とし、宿泊者滞在中に 6 時間空気を捕集した。分析の対象成分は、室内濃度指針値のある 13 成分を含むトルエン、エチルベンゼン、キシレン類、 α -ピネン、リモネン、2-エチル-1-ヘキサノール、*p*-ジクロロベンゼンなどの 35 成分である^{4,6)}。

結果として、客室空気中からはアルデヒド類、ケトン類、芳香族炭化水素類などが検出され、なかでもノナナールおよびデカナール等の脂肪族アルデヒド類の寄与が大きい傾向にあった。また、アセトン、トルエン、キシレン類なども一部の客室で検出され、利用者の生活行動や所持品、化粧品・香料製品等の影響が示唆された。一方で、全体として著しく高濃度の VO は検出されておらず、調査時点において客室の空気環境は概ね良好に維持されているものと考察された。

以上より、宿泊施設における日常的な衛生管理は、感染症対策としてだけでなく、室内の揮発性成分や臭気の管理を通じた快適かつ衛生的な空気環境の維持にも重要であることが示唆された¹⁻⁵⁾。今後は、宿泊者の利用状況や換気条件、清掃状況等も含めた継続的な実態把握を行い、宿泊施設における空気環境管理のあり方をより具体的に検討する必要がある。

A. 研究目的

宿泊施設は、不特定多数の人が一定時間滞在する生活空間であり、その空気環境は利用者の快適性のみならず、衛生管理や健康保護の観点からも重要である¹⁻⁵⁾。実際の宿泊施設では、客室内の臭気や空気の質に関する苦情が一定数存在し、清掃時の点検、換気、消臭処理などの日常的な対応が行われている。こうした臭気の原因としては、

飲食物、香水・整髪料等の化粧品類、喫煙、カビや排水系統由来の臭気、害虫由来の臭気など、さまざまな要因が想定される。

これらの臭気や不快感には、空气中に存在する揮発性有機化合物（VOCs）が関与している可能性があり、衛生管理上は、臭気評価のみならず、化学物質の実態把握を行うことが有用と考えられ

る³⁻⁵⁾。しかしながら、宿泊施設の客室における濃度状況に関する知見は必ずしも十分ではない。

そこで本研究では、宿泊施設客室における空气中 VOCs の濃度を把握するため、加熱脱着を前処理法とした GC/MS 分析法 (TD-GC/MS) を用いて、客室内の VOCs を測定し、宿泊施設における空気環境の特徴と衛生管理上の課題を明らかにすることを目的とした。

B. 研究方法

B1. 対象施設

対象施設は、築 30 年の宿泊施設 1 施設とし、施設内の客室 5 室で調査を行った。各客室はいずれも同等仕様の一般客室であり、宿泊者が通常利用している状態で測定を行った。

B2. 対象物質

定量分析の対象物質は、室内濃度基準値が定められる揮発性有機化合物を含む室内空气中で検出される揮発性有機化合物 (VOCs) 35 成分 (Fig. 1) とした⁴⁾。主な対象成分としては、トルエン、エチルベンゼン、キシレン類、 α -ピネン、リモネン、2-エチル-1-ヘキサノール、p-ジクロロベンゼン等が挙げられる。

B3. 捕集方法

空気試料の捕集にはミニポンプを用い、流速 100 mL/min で 6 時間吸引し (36 L)、宿泊者滞在中の客室内空気を採取した。捕集管には、低沸点から中沸点成分の捕集に適した炭素系吸着剤 (Carboxene 1000 および Carbopack B) と、中～高沸点成分の捕集に適した樹脂系吸着剤 (Tenax GR) を用いた⁶⁾。

B4. 分析方法

捕集した空気試料は、加熱脱着-ガスクロマトグラフ質量分析計 (TD-GC/MS) (Table 1) を用いて分析した。加熱脱着により捕集管から揮発性成分を脱着し、GC/MS により分離・検出・定量を行った⁶⁾。

C. 研究結果

C1. 客室空気中における揮発性成分の概要

宿泊施設の客室 5 室における室内空気の測定結果から、アルコール類、アルデヒド類、アルカン類、芳香族炭化水素類、ハロゲン化炭化水素類、ケトン類など多様な揮発性有機化合物が検出された (Fig. 2)。化合物群別では、アルデヒド類およびケトン類の寄与が比較的大きい傾向が認められた。また、アルデヒド類は一部の客室において比較的高い値を示し、客室ごとに濃度のばらつきが確認された。

C2. アルデヒド類の特徴

検出された成分のうち、ノナナールおよびデカナールなどの脂肪族アルデヒド類が比較的高濃度で検出された。特にノナナールは一部の客室で高値を示し、客室間のばらつきが大きい結果となった。

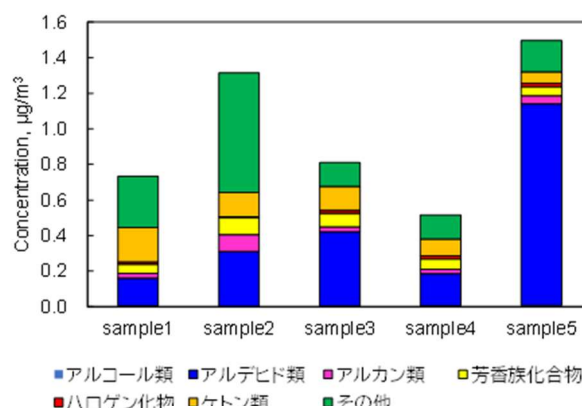


Fig.2 化合物群の比

C3. ケトン類・芳香族化合物等の特徴

ケトン類では、アセトンが比較的高い寄与を示した。また、トルエン、エチルベンゼン、キシレン類などの芳香族炭化水素類も一部の客室で検出された。一方、アルカン類および塩素系化合物は全体として低濃度であったが、客室間で一定の差異が認められた。

D. 考察

D1. 宿泊施設における空気環境の特徴

本研究により、宿泊施設の客室空気中には多様な揮発性有機化合物が存在することが確認された。特にアルデヒド類およびケトン類の寄与が大きいことから、これらの成分が室内空気質の特徴を規定する主要因であると考えられた。

D2. 発生源に関する考察

検出された成分の発生源としては、以下の2つの要因が考えられた。

施設由来要因：建材，内装材，接着剤等

利用者由来要因：宿泊者の生活行動，持ち込み物品，化粧品・香料製品等

脂肪族アルデヒド類については，建材由来に加え，ヒトの皮脂の酸化や呼気，香料製品等に由来することが知られていることから，利用者の滞在状況の影響を強く受けた可能性が示唆された。また，客室が同等仕様であるにもかかわらず濃度差が認められたことから，空気環境は建築条件よりも利用状況に依存する側面が大きいと考えられた。

D3. 生活行動の影響

アセトンや芳香族炭化水素類の検出は，宿泊者の呼気，化粧品，整髪料，日用品等の使用に由来する可能性があり，宿泊施設の空気環境は利用者の生活行動を反映しやすい特徴を有すると考えられた。

また，客室間のばらつきは，滞在時間，換気条件，使用製品の違いなど複数の要因が複合的に影響した結果であると推察された。

D4. 衛生管理上の意義

今回の調査では，宿泊施設の客室空気中において，多様な揮発性有機化合物が検出されたものの，全体として著しい高濃度汚染は認められず，調査時点における客室空気環境は概ね良好に維持されていると考えられた。

ただし，宿泊施設の客室では，利用者の行動や滞在条件の違いによって空気中成分が変動しやすく，短期間の単回測定だけでは発生源の特定や管理要因の抽出が難しい場合がある。したがって，今後は，宿泊者の滞在状況，使用製品，換気条件，清掃直後・滞在中・退室後といった時間軸も含めた調査を進めることで，より実態に即した衛生管理手法の構築につながると考えられる¹⁻³⁾。

E. 結論

本研究では，宿泊施設の客室における空気中揮発性成分の実態把握を目的として，TD-GC/MSを用いた測定を実施した。その結果，客室空気中

からアルデヒド類，ケトン類，芳香族炭化水素類など多様なVOCが検出され，とくにノナナール，デカナール等の脂肪族アルデヒド類の寄与が比較的大きいことが示された。

また，客室間で成分濃度に差が認められたことから，宿泊施設の空気環境は建築仕様のみならず，宿泊者の生活行動や持ち込み物品等の影響を強く受ける可能性が示唆された。一方で，今回の調査では，客室空気環境は概ね良好に維持されていると考えられた。

宿泊施設は不特定多数が利用する空間であることから，快適性と衛生性の両立のためには，日常的な清掃・換気・消臭等に加え，必要に応じた化学物質の実態把握を組み合わせた空気環境管理が重要である¹⁻⁵⁾。今後は，調査対象施設数や測定条件を拡大し，より実践的な衛生管理指標の整備につなげていく必要がある。

F. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

なし

G. 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む）

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

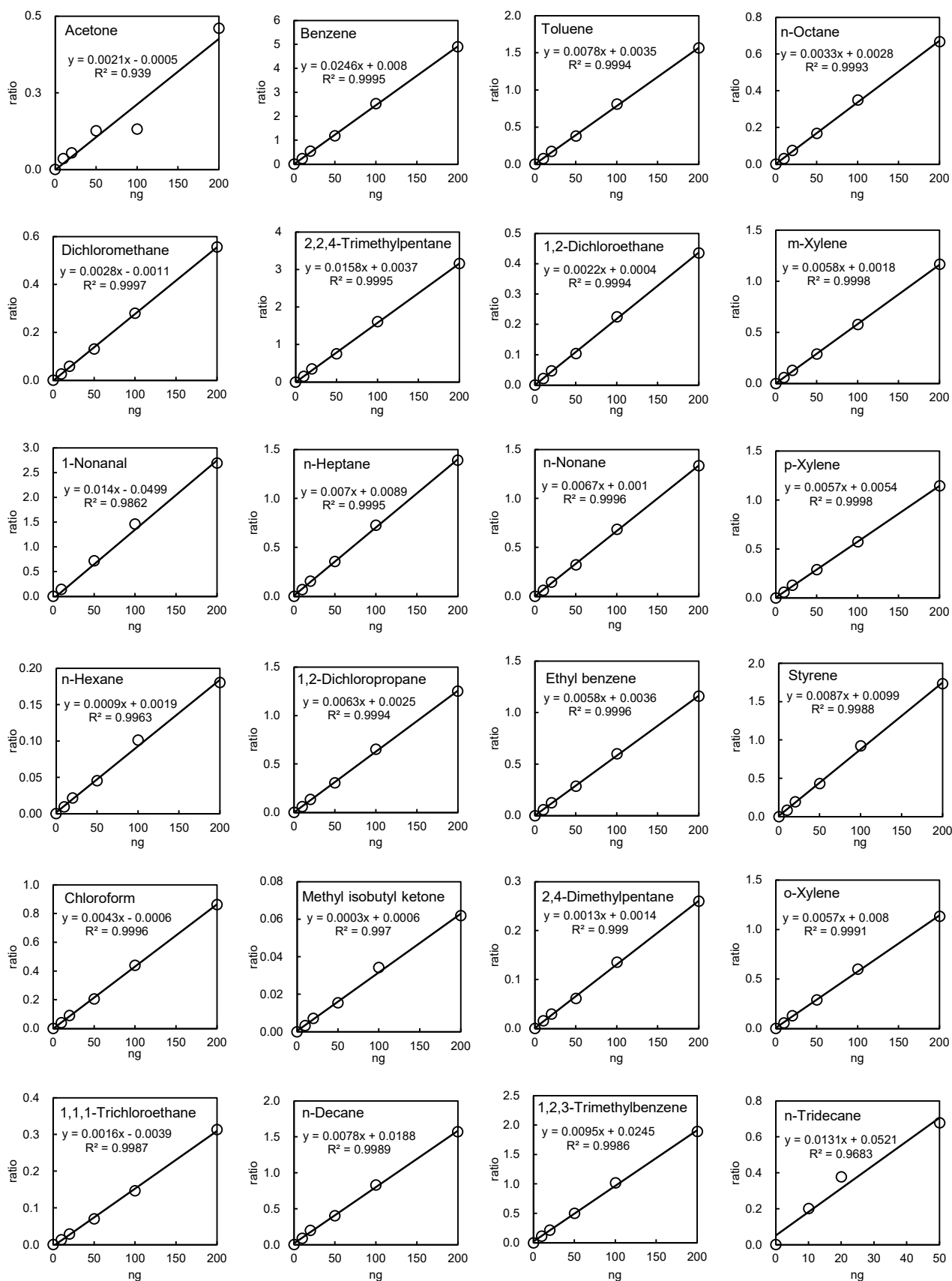
なし

<参考文献>

- 1) 厚生労働省. 建築物衛生のページ.
<https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000132645.html> (閲覧日 : 2026 年 4 月 6 日)
- 2) [ikatsu-eisei10/index.html](https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000132645.html) (閲覧日 : 2026 年 4 月 6 日)
- 3) 厚生労働省. 室内空気質のための必要換気量.
<https://www.mhlw.go.jp/content/11130500/000771220.pdf> (閲覧日 : 2026 年 4 月 6 日)
- 4) 厚生労働省. 室内空气中化学物質の室内濃度指針値及び標準的測定方法等について.
<https://www.mhlw.go.jp/content/11120000/001377536.pdf> (閲覧日 : 2026 年 4 月 6 日)
- 5) World Health Organization. WHO Guidelines for Indoor Air Quality: Selected Pollutants. WHO; 2010.
- 6) 厚生労働省. 室内空气中化学物質の測定マニュアル (統 合 版) .
<https://www.mhlw.go.jp/content/10803000/001290012.pdf>
- 7) 厚生労働省. 建築物環境衛生管理基準について.
<https://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/se>

Table1. 分析条件(TD-GC/MS)

機器	項目	設定値
TD 部	チューブ加熱温度	250℃
	チューブデソープ流量	60mL/min
	チューブデソープ時間	7min
	トラップ冷却温度	-10℃
	トラップ加熱温度	280℃
	トラップデソープ時間	2min
	ドライパージ	なし
	捕集管	Carboxene 1000&Carbopack B, Tenax GR
	トラップ管	TENAX-TA (PN S225-23328-41)
	バルブ保温温度	250℃
	トランスファライン温度	250℃
	ジョイント温度	250℃
	内部標準	-----
	チューブ待機温度	40℃
	トラップ待機温度	50℃
GC 部	使用カラム	Agilent J&W DB-624(60 m×0.25 mm i.d.,1.4 μm)
	カラム温度	35℃ (2min)→5 °C/min→150℃(10min)→ 8°C/min→230℃(15min)
	キャリアガス	He
	キャリアガス制御	圧力一定
	入口圧	44.5kpa
	注入方法	スプリット法
	スプリット比	10
MS 部	イオン源温度	230℃
	インターフェース温度	250℃
	測定モード	FAAST(スキャン,SIM 同時測定)
	走査範囲及びモニタイオン	m/z 35-300
	イベント時間	スキャン:0.1sec,SIM:0.3sec
	イオン化法	電子イオン化 (EI)
	エミッション電流	60μA (標準モード)



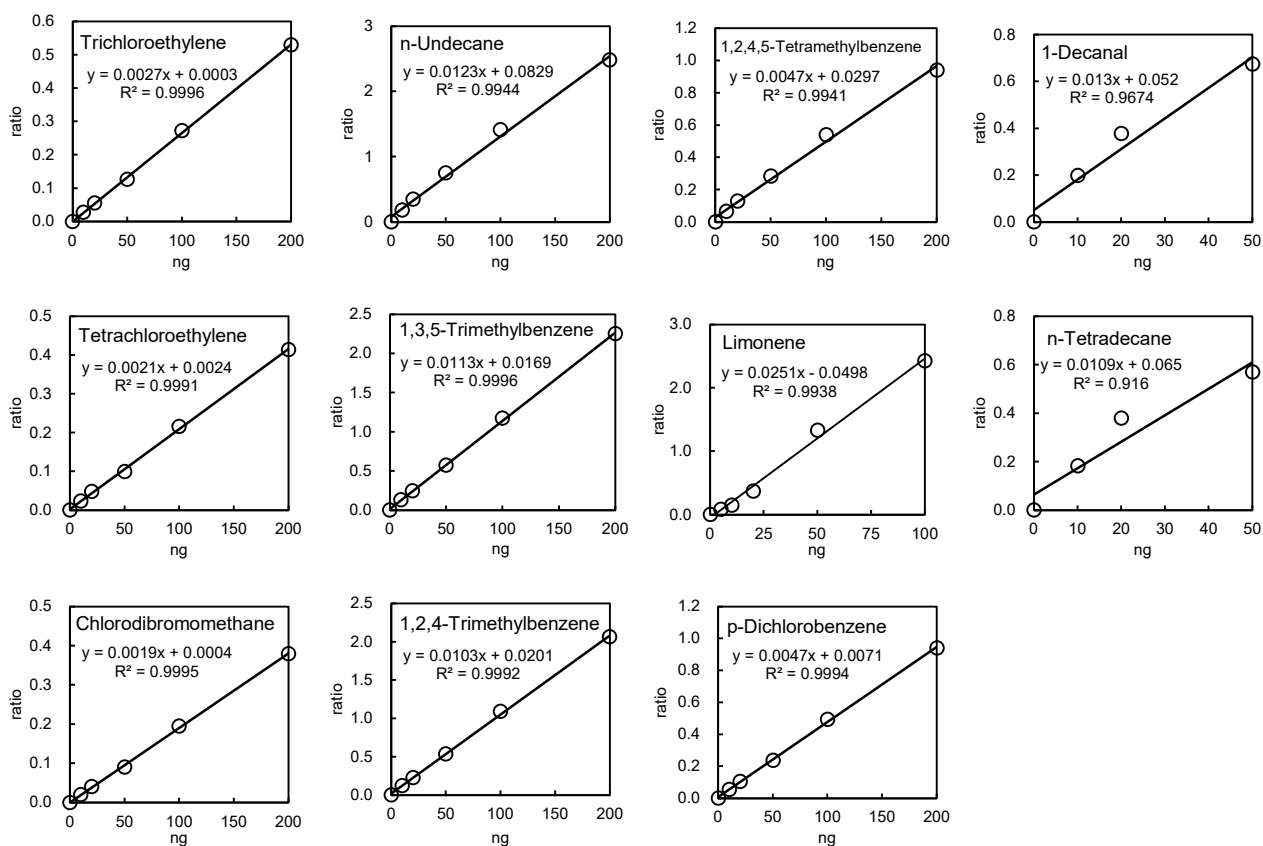


Fig. 1 検量線

Table 2 室内で検出された化合物濃度

化合物群	化合物 (μg/m ³)	sample				
		1	2	3	4	5
炭化水素	n-hexane	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	n-octane	n.d.	15	0.52	0.55	n.d.
	n-nonane	0.49	20	0.45	0.57	0.17
	n-decane	0.05	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	n-undecane	0.26	n.d.	n.d.	0.19	0.50
	n-tridecane	0.58	n.d.	n.d.	0.66	0.62
	n-tetradecane	0.12	n.d.	n.d.	0.13	0.14
	2,2,4-trimethylpentane	0.11	n.d.	0.07	0.00	0.01
芳香族炭化水素	benzene	1.1	2.3	1.7	1.7	1.1
	toluene	5.7	18.1	6.6	6.4	6.1
	ethyl benzene	0.4	0.6	0.7	0.6	0.4
	<i>m</i> -xylene	1.0	1.5	1.4	1.1	0.9
	styrene	7.4	16.0	20.2	10.7	9.7
	1,3,5-trimethylbenzene (mesitylene)	2.9	n.d.	n.d.	1.2	1.4
	1,2,4-trimethylbenzene	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	1,2,3-trimethylbenzene	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
塩素化炭化水素	1,2,4,5-tetramethylbenzene (Duren)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	1,1,1-trichloroethane	0.13	n.d.	0.12	0.15	0.17
	trichloroethylene	0.35	n.d.	0.60	0.66	0.66
	tetrachloroethylene	0.84	n.d.	1.07	1.29	1.69
	<i>p</i> -dichlorobenzene	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
飽和アルデヒド類	chloroform	n.d.	0.38	0.07	0.13	0.08
	1-nonanal (nonylaldehyde)	5.9	70	60	12	223
	1-decanal (capric aldehyde)	13.7	n.d.	16	14	16
アルカン	2,4-dimethylpentane	0.30	1.35	n.d.	n.d.	n.d.
ハロアルカン	dichloromethane	n.d.	0.22	0.04	0.07	0.04
	1,2-dichloropropane	1.8	n.d.	1.7	1.6	1.9
ケトン類	methylisobutyl ketone (4-methyl-2-pentanone)	1.26	0.23	n.d.	0.01	0.04
	acetone	15.2	11.5	11.3	8.0	5.3
TVOC		60	157	123	61	270