

図 1-1. メタクリル酸エステル類による細胞表面上 CD54 及び CD86 の発現

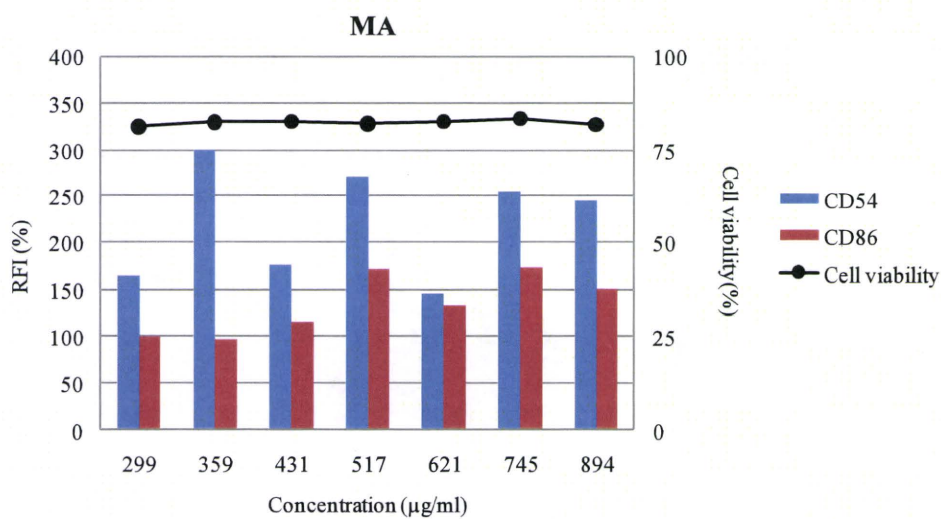
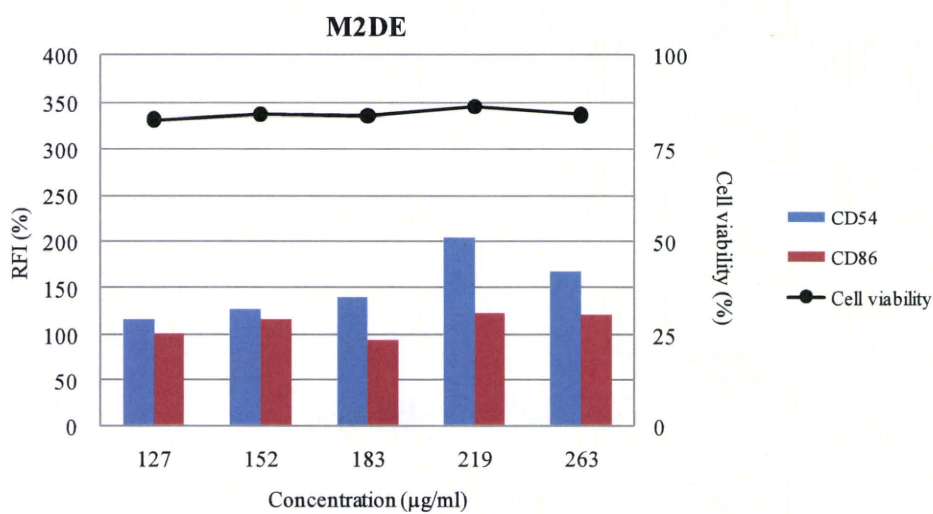
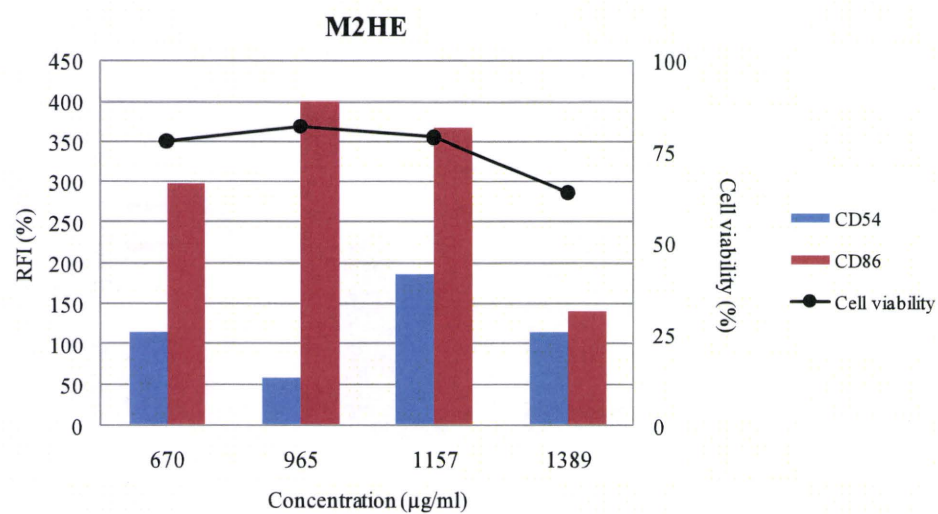


図 1-2. メタクリル酸エステル類による細胞表面上 CD54 及び CD86 の発現

厚生労働科学研究費補助金 (化学物質リスク研究事業)

分担研究年度終了報告書

家庭用品から放散される揮発性有機化合物の気道刺激性及び感作性を指標とするリスク評価

家庭用品から放散する揮発性有機化合物の同定及び暴露評価に関する研究

研究分担者	神野 透人	国立医薬品食品衛生研究所 生活衛生化学部 第一室長
研究分担者	香川 (田中) 聡子	国立医薬品食品衛生研究所 生活衛生化学部 主任研究官
研究協力者	古川 容子	国立医薬品食品衛生研究所 生活衛生化学部 第一室
研究協力者	田中 研次	国立医薬品食品衛生研究所 生活衛生化学部 第一室

研究要旨: 本研究では、 μ CTE (Micro-Chamber/Thermal Extractor) 法による放散試験と GC/TOFMS 測定・デコンボリューション解析を家庭用品に適用し、遮光、防音あるいは遮熱加工等の表記のある機能カーテン 12 製品及び床用マット 12 製品について調査を行った。その結果、*N,N*-Dimethylformamide、Cyclohexanone、Toluene 及び Butylated Hydroxytoluene の他に、2-Ethylhexyl Acrylate などのアクリル酸エステル類や Ethanone 化合物など、従来は室内空気中での存在が問題とされていない化合物が比較的高い放散速度でこれらの家庭用品から揮散することが明らかになった。特に、前者の化合物群の中には皮膚感作性が疑われる化合物が含まれており、免疫交差性を考慮した健康影響の評価並びに室内環境における複合的な暴露量の評価を進める必要があると考えられる。

A. 研究目的

建材等からの揮発性有機化合物 (VOCs) の放散量の評価法として「小形チャンバーを使用する放散試験法」(JIS A 1901:2009) が定められている。多くの家庭用品、特に平面状の家庭用品についてはこの JIS A 1901 法を準用して VOCs 放散速度を測定することが可能であるが、液状の製品を含む多種、多様な家庭用品に小形チャンバー法のみで対応するのは困難であり、放散試験に要するコストの面からも代替法あるいは補完法の開発が必須であると考えられる。著者らはこれまでに、Micro-Chamber/Thermal Extractor (μ -CTE)

による放散試験の High Throughput 化について検討を行い、家庭用品から放散する VOCs を定量的に評価する上で μ -CTE 法が有用な方法であることを明らかにしている。

本研究では、一般家庭室内における使用頻度や面積・容積から室内環境への負荷の大きい家庭用品として機能カーテン及び床用マットを評価対象として μ -CTE による放散試験を実施し、加熱脱離-GC/TOFMS による TVOC の定量、デコンボリューション解析による未同定 VOCs の暫定的な同定を行った。

B. 実験方法

B-1 μ -CTE 放散試験

遮光、防音あるいは遮熱加工等の表記のある機能カーテン 12 製品並びに床用マット 12 製品 (ジョイントマット及びコルクマット各 6 製品) を対象として調査を行った。直径 45 mm の円形に裁断した検体を μ -CTE のチャンバーにセットし、純空気 G2 (太陽日酸) を 20 ± 1 mL/min の流速で通した。後述する放散ガスサンプリング時に実測した流速の誤差は設定値の 10%以内であった。 μ -CTE の制御温度を 28°C に設定し、室温下で放散試験を実施した。検体を μ -CTE のチャンバーにセットし 1 時間経過後より 120 分間の放散ガスサンプリングを継続的に 4 回、さらに 23 時間後から 120 分間のサンプリングを実施した。放散ガスは Tenax-TA 吸着管 (Spelco 製) に捕集した。

B-2 加熱脱離 GC/MS

50 mL の流速で He ガスを通しながら吸着管を 280°C・6min. 加熱し、脱離した化合物を予め -20°C に冷却したトラップに再捕集させた。その後 280°C に急加熱し気化した化合物をスプリット比 20 で HP-1MS カラム (30 m × 0.25 mm 膜厚 0.25 μ m) に導入し、He ガス流速 40 cm/second、40°C (0min.) - (6°C/min.) - 250°C (0min.) の昇温条件で分離した。TOFMS はイオンソース・トランスファーライン共に 250°C、分離された成分は EI 法 70eV でイオン化し、35-500 のイオンを検出した。データ取り込み速度は 10 spectra / second に設定した。なお、TOFMS は 72 時間ごとに校正を行い、そのつど標準品の測定を行って検量線を作成した。

定量及びデコンボリューション解析には

ChromaTOF Version 4.23 を使用した。デコンボリューション解析で得られた一群のピークの中で Hexane から Hexadecane までの保持時間にあるピークの面積を積分し、Toluene 標準品のピーク面積との比較から定量を行った。以下に示す定量値は各 VOC の濃度をいずれも Toluene 換算値として表したものである。

C. 結果と考察

遮光、防音あるいは遮熱加工等の表記のある機能カーテン 12 製品 (表 1)、ジョイントマット 6 製品 (表 2) 及びコルクマット 6 製品 (表 3) の計 24 製品について μ -CTE 法による放散試験を実施した。カーテンの遮光等級については(社)日本インテリアファブリックス協会が定めており、表 1 に示した機能カーテンの中で遮光 1 級は遮光率 99.99%以上、遮光 3 級は遮光率 99.40%以上の製品である。尚、防音や遮熱に関して業界団体等の基準はなく、製品の表記をそのまま記した。これらの検体を μ -CTE にセットし、機能カーテンではサンプリング時間を 2 時間 (通気量約 6 L) とし、放散試験開始から 1 時間後、3 時間後、5 時間後、7 時間後及び 24 時間後の計 5 回サンプリングを行った。ジョイントマット及びコルクマットでは、C-Mat 4 以外は 60 分間 (通気量約 3 L) のサンプリングを 1.5 時間後、3.5 時間後、5.5 時間後、7.5 時間後、23.5 時間後及び 47.5 時間後に行った。放散 VOC 質量の多い C-Mat 4 についてはサンプリング時間を 15 分とした。

表 4 は放散試験開始 2 時間後の各検体の TVOC 放散速度とそれに基づく室内空気中濃度増分予測値をまとめたものである。後者は容積 20 m³、換気回数 0.5 回/h の室内に一

定面積 (機能カーテンは 5 m²、床用マットは 8 m²とした) の検体が存在した場合の TVOC 増加量を推算したものである。コルクマット C-Mat 4 (9400 µg/m²/h) の TVOC 放散速度が最も大きく、次いで機能カーテン Curtain 8 (7400 µg/m²/h) やジョイントマット J-Mat 1 (5200 µg/m²/h)でも著しい TVOC の放散が観察された。µ-CTE 法の特長として蒸散支配型の VOC 揮散を過大に評価する傾向があり、かつ後述するように TVOC の放散は比較的速やかに減衰するものの、これらの製品が居室内に存在することで室内空気中の TVOC 濃度が 3700 - 7500 µg/m³も顕著に増加する可能性があるという推算結果が得られた (表 4)。

図 1 は TVOC 放散速度の経時的な変化を示したものであり、表 5 はべき乗モデル ($y = a * x^b$) で回帰分析した減衰曲線のパラメーター及び初期 (x = 1 時間) TVOC 放散速度の 1/2 まで放散速度が減衰するのに要する時間をまとめたものである。これらの結果から、J-Mat 6 (9.9 x 10⁵ 時間)と J-Mat 4 (2.1 x 10⁵ 時間) の減衰時間は極めて長く、これらの製品では長期間にわたって TVOC の放散が持続することが予想される。

これらの製品から放散される VOCs を同定するために、放散試験開始 2 時間後の TVOC 測定結果についてデコンボリューション解析を行った。その結果、機能カーテンでは Curtain 4 及び Curtain 8 から *N,N*-Dimethylformamide がそれぞれ 790 µg/m²/h、3000 µg/m²/h と極めて高い速度で放散されることが明らかになった。Curtain 4 ではその他に Cyclohexanone (450 µg/m²/h) や Toluene (430 µg/m²/h)、Curtain 8 では 1,4-Dichlorobenzene (370 µg/m²/h)、Toluene

(220 µg/m²/h)、Tetramethylbutanedinitrile (190 µg/m²/h)、1-Butanol (79 µg/m²/h) などの放散が認められた。1-Butanol の放散は Curtain 9 (120 µg/m²/h) でも観察され、Curtain 7 では Butylated Hydroxytoluene (110 µg/m²/h) が放散化合物として暫定的に同定された。

ジョイントマットでは、6 製品中 5 製品で Formamide が同定され、放散速度は最も高い J-Mat 1 で 2100 µg/m²/h、次いで J-Mat 3; 1100 µg/m²/h、J-Mat 2; 530 µg/m²/h、J-Mat 4; 410 µg/m²/h、J-Mat 6; 130 µg/m²/h であった。また、1-[4-(1-Hydroxy-1-methylethyl)phenyl]ethanone や 1,1'-(1,4-Phenylene) bisethanone 等の Ethanoic 化合物が J-Mat 5 を除く全てのジョイントマットで検出されており、これらの Ethanoic 化合物の由来及びその健康影響について今後の調査が必要である。

一方、コルクマットでは、TVOC 放散速度が最も高かった C-Mat 4 から 2-Ethylhexyl Acrylate (2-Propenoic acid, 2-ethylhexyl ester) が 3300 µg/m²/h という極めて高い速度で放散することが明らかになった。この 2-Ethylhexyl Acrylate は C-Mat 2 から放散が確認され、おそらく接着剤あるいはアクリル樹脂原料として使用されたものであると考えられる。一般に、アクリル酸エステル類には皮膚感作性のおそれがあり、床用マットという用途も併せて考慮すると、揮散した 2-Ethylhexyl Acrylate の呼吸器系への影響のみならず皮膚との直接的な接触による健康影響も考える必要がある。C-Mat 4 から 2-Ethylhexyl Acrylate の他に 2-Ethylhexanol (570 µg/m²/h)、2-Ethylhexyl Acetate (430 µg/m²/h)、 α , α -Dimethylbenzenemethanol (370 µg/m²/h) 等の放散も認められた。また、C-Mat 1 から Formamide (460 µg/m²/h)、

C-Mat 3からは Butylated Hydroxytoluene の放散が確認された。

2. 実用新案登録
なし

D. 結論

本研究では、 μ -CTE 法による放散試験と GC/TOFMS・デコンボリューション解析により機能カーテン及び床用マットから放散する VOCs の探索を行った。その結果、アクリル酸エステル類や Ethanone 化合物等、従来は室内空気中での存在が問題とされていない化合物の家庭用品からの放散が確認された。特に、前者の化合物群については、アクリル樹脂を使用した液晶テレビからも放散されること確認しており、免疫交差性を考慮した健康影響の評価並びに室内環境における複合的な暴露量の評価を進める必要があると考えられる。

E. 健康危険情報

なし

F. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

- 1) 古川 容子, 香川 (田中) 聡子, 田中 研次, 神野 透人, 西村 哲治: 機能カーテンから放散される揮発性有機化合物 - GC/TOFMS による網羅的解析 -. 平成22年度室内環境学会 学術大会, 2010 年 12 月.

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

表1 機能カーテン検体の一覧

	機能			素材		生産国
	遮光1級, 遮光1級, 遮光1級, 遮光1級, 遮光3級, 遮光1級, 遮音・遮熱	防音・断熱効果 防音・断熱効果 防音・断熱効果 防音・遮熱 防音・遮熱 防音・遮熱 防音・遮熱	ポリエステル100% ポリエステル100% ポリエステル100% ポリエステル100% 綿100% ポリエステル100% ポリエステル100% ポリエステル100% ポリエステル100% ポリエステル100% ポリエステル100% ポリエステル100%	表面	裏面	
Curtain 1	遮光1級, 防音	断熱効果	ポリエステル100%	アクリル樹脂コーティング	アクリル樹脂コーティング	日本
Curtain 2	遮光1級, 防音	断熱効果	ポリエステル100%	アクリル樹脂コーティング	アクリル樹脂コーティング	中国
Curtain 3	遮光1級, 防音	断熱効果	ポリエステル100%	アクリル樹脂コーティング	アクリル樹脂コーティング	中国
Curtain 4	遮光1級, 防音	遮熱	ポリエステル100%	ラミネート加工	ラミネート加工	日本
Curtain 5	遮光3級, 防音	遮熱	綿100%	アクリル樹脂コーティング	アクリル樹脂コーティング	日本
Curtain 6	遮光1級, 防音	遮熱	ポリエステル100%	アルミアクリル樹脂コーティング	アルミアクリル樹脂コーティング	日本
Curtain 7	遮音・遮熱		ポリエステル100%	ポリウレタン樹脂コーティング	ポリウレタン樹脂コーティング	日本
Curtain 8	遮光1級, 防音		ポリエステル100%	(防音加工)	(防音加工)	中国
Curtain 9	遮光1級, 防音加工		ポリエステル100%	レーヨン100%	レーヨン100%	日本
Curtain 10	遮光1級, 防音・遮熱		ポリエステル100%	アクリル樹脂コーティング	アクリル樹脂コーティング	日本(生地:中国)
Curtain 11	遮光1級, 防音		ポリエステル100%	アクリル樹脂コーティング	アクリル樹脂コーティング	中国
Curtain 12	遮光1級, 遮音		ポリエステル100%	アクリル樹脂コーティング	アクリル樹脂コーティング	中国

表2 ジョイントマット検体の一覧

	素材		厚さ	生産国	その他の記載事項等
	表面	裏面			
J-Mat 1	EVA樹脂	EVA樹脂	14 mm	台湾	ドイツの玩具安全試験 (TUV社) DIN EN 71-11, DIN EN 71-2 合格商
J-Mat 2	ポリウレタン	EVA樹脂	16 mm	記載なし	品 プリント (木目調) フロアマット
J-Mat 3	PE	PE	12 mm	中国	生産物賠償責任保険付 厚生労働大臣認定機関で成分安全性立証
J-Mat 4	EVA樹脂	EVA樹脂	10 mm	中国	カラーマット
J-Mat 5	硬質タイル (PVC)	AEPEスポンジ	5 mm	台湾	カラーマット
J-Mat 6	シャギー素材	EVA樹脂	6 mm	記載なし	木目調マット カーペット風 (シャギー素材)

表3 コルクマット検体の一覧

	素材		厚さ	生産国	その他の記載事項等
	表面	裏面			
C-Mat 1	コルク 1 mm	EVA樹脂 7 mm	8 mm	台湾	ポルトガル産天然コルク使用. F☆☆☆☆
C-Mat 2	コルク 1 mm	EVA樹脂 7 mm	8 mm	記載なし	F☆☆☆☆
C-Mat 3	コルク 1 mm	EVA樹脂 7 mm	8 mm	台湾	天然コルク使用(目の粗さ:粗目), コルク:ポルトガルアモリム社
C-Mat 4	コルク 2 mm	EVA樹脂 6 mm	8 mm	台湾	コルク:ポルトガルアモリム社
C-Mat 5	コルク 99%, 綿 ガーゼ 1%		6 mm	中国	光触媒コルクマット. 人体に有害となるVOC(トルエン、キシレン)を使用せず. シックハウス症候群の原因となるホルムアルデヒドは基準値の10分の1.
C-Mat 6	コルク (厚さ不明)	EVA樹脂(厚さ不明)	8 mm	中国	

表4 機能カーテン、ジョイントマット及びコルクマットのTVOC放散速度

	TVOC Emission Rate ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$)	Estimated TVOC Increment ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Curtain 1	221	110
Curtain 2	261	130
Curtain 3	241	120
Curtain 4	4142	2071
Curtain 5	141	71
Curtain 6	22	11
Curtain 7	251	125
Curtain 8	7409	3704
Curtain 9	432	216
Curtain 10	83	41
Curtain 11	132	66
Curtain 12	254	127
J-Mat 1	5176	4141
J-Mat 2	1297	1038
J-Mat 3	1893	1514
J-Mat 4	2409	1928
J-Mat 5	420	336
J-Mat 6	891	713
C-Mat 1	1407	1126
C-Mat 2	129	104
C-Mat 3	548	439
C-Mat 4	9356	7485
C-Mat 5	373	299
C-Mat 6	179	143

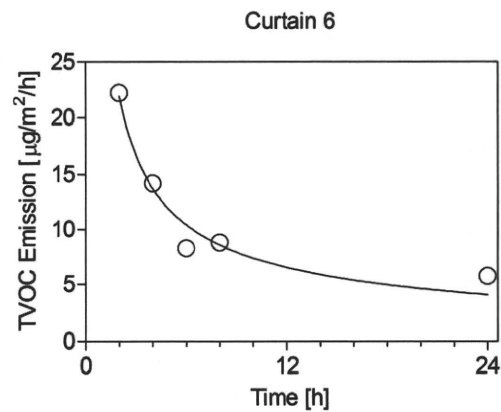
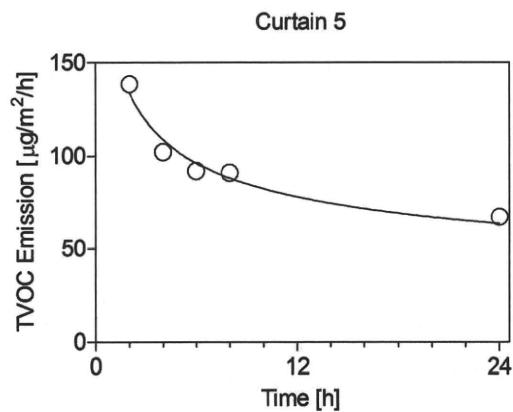
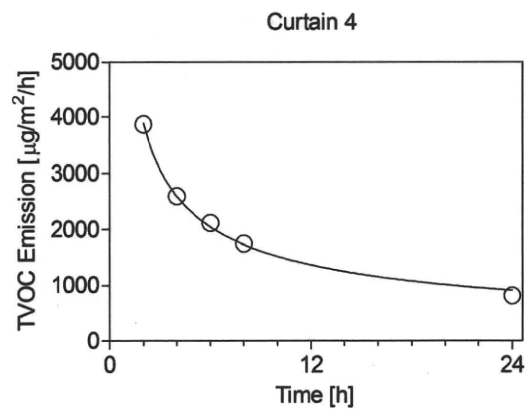
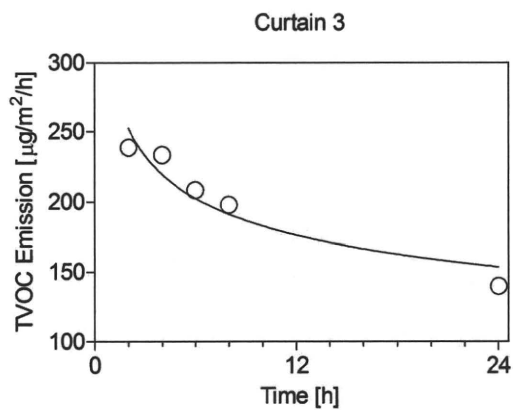
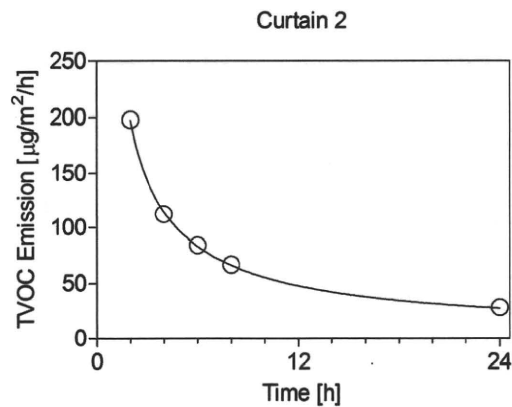
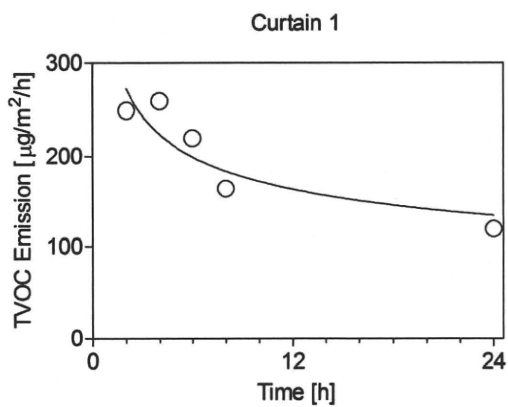


図1 機能カーテン及び床用マットからのTVOC放散の経時変化

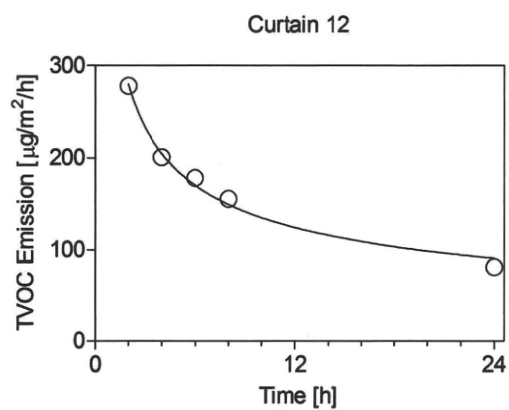
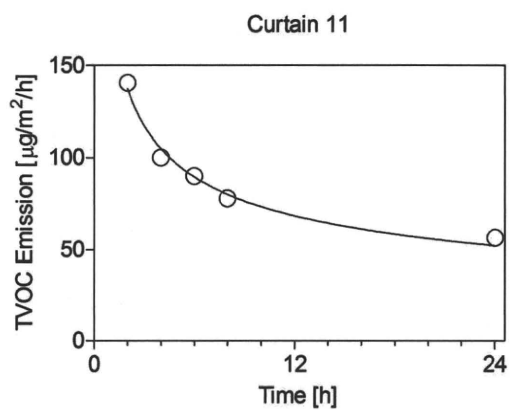
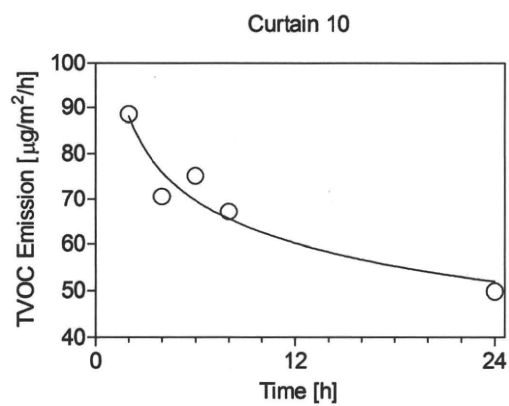
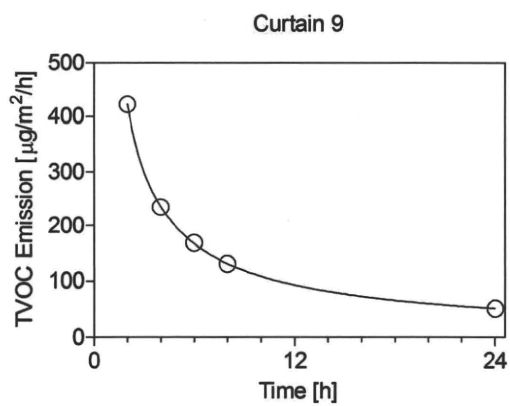
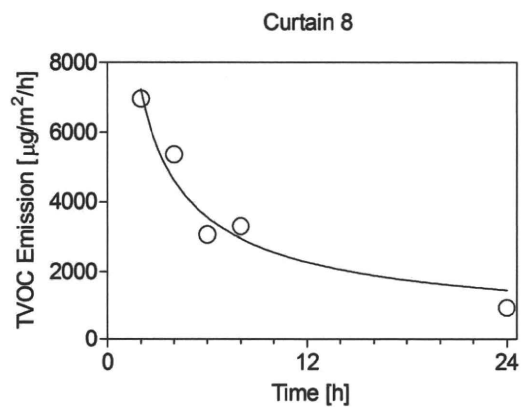
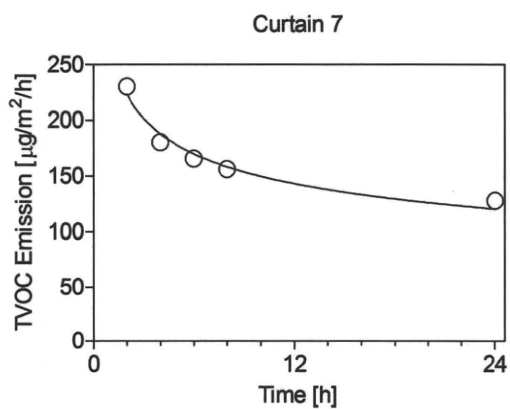


図1 機能カーテン及び床用マットからの TVOC 放散の経時変化 (続き)

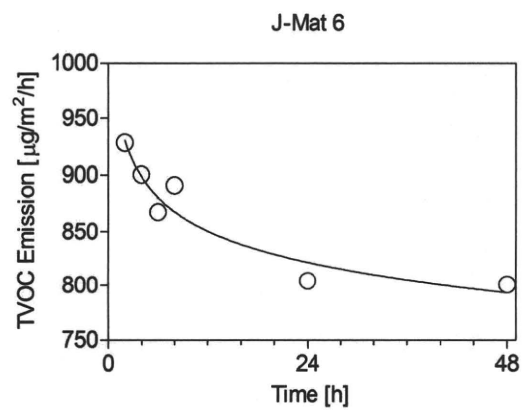
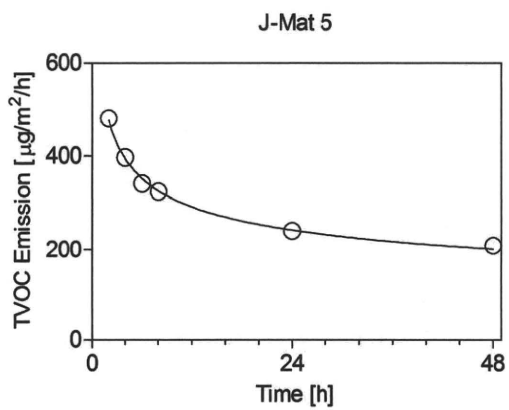
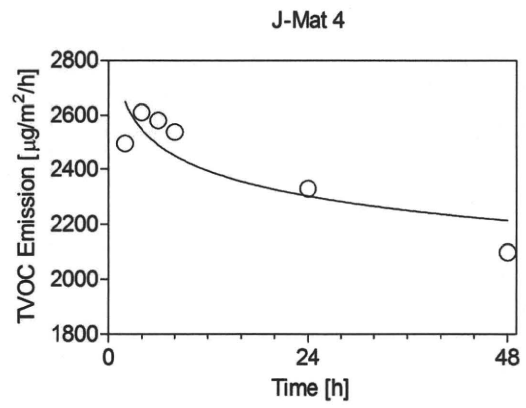
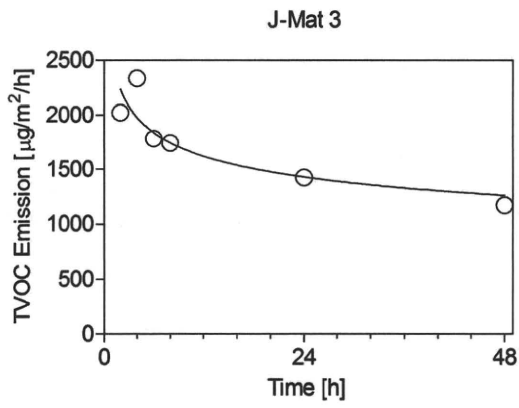
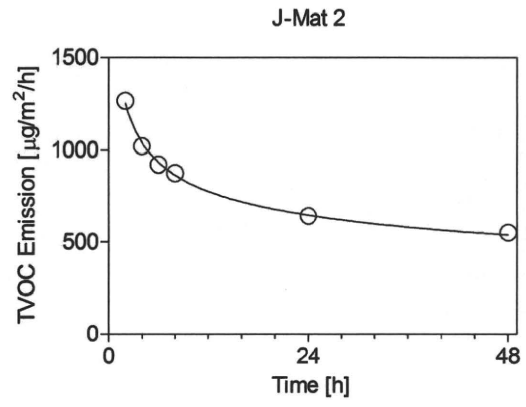
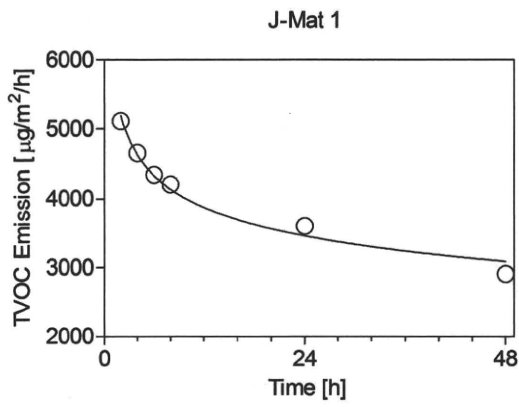


図1 機能カーテン及び床用マットからの TVOC 放散の経時変化 (続き)

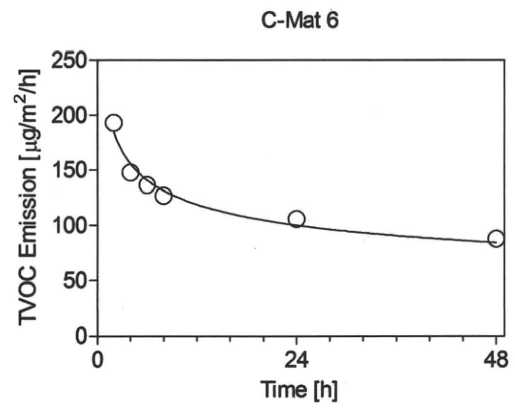
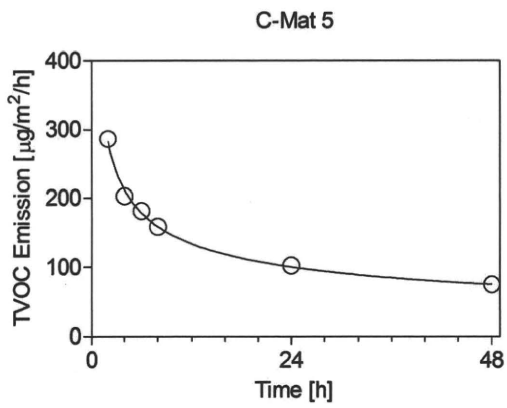
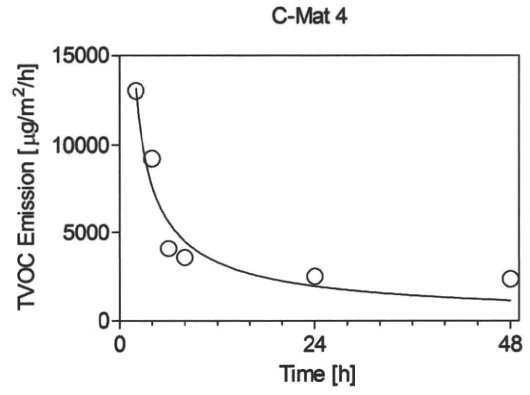
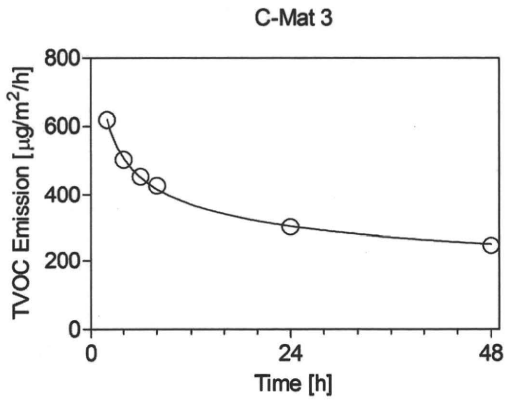
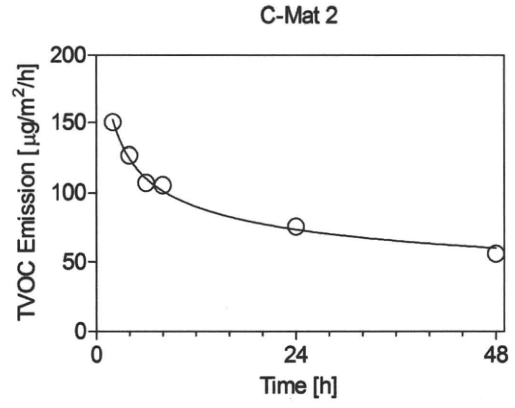
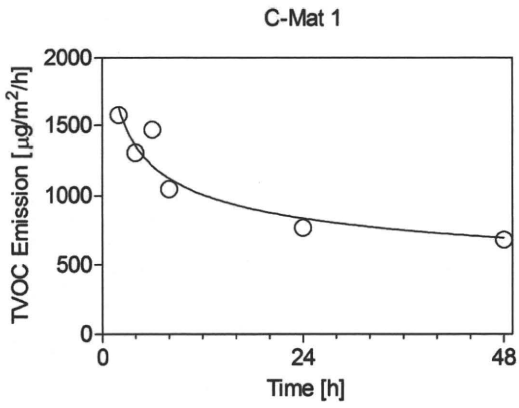


図1 機能カーテン及び床用マットからの TVOC 放散の経時変化 (続き)

表5 TVOC放散速度減衰のべき乗回帰分析

	Power Law Model ($y = a * x^b$)			R Square	TVOC初期放散速度 (a) の1/2に減衰 するのに要する時間
	a	b			
Curtain 1	331.4	0.2840	0.7999	11.5	
Curtain 2	341.0	0.7889	0.9996	2.4	
Curtain 3	289.8	0.1998	0.8974	32.1	
Curtain 4	5839.0	0.5855	0.9970	3.3	
Curtain 5	164.7	0.2990	0.9614	10.2	
Curtain 6	35.1	0.6767	0.9559	2.8	
Curtain 7	265.0	0.2475	0.9676	16.5	
Curtain 8	11295.0	0.6438	0.9407	2.9	
Curtain 9	758.4	0.8444	0.9999	2.3	
Curtain 10	102.1	0.2126	0.9165	26.1	
Curtain 11	179.8	0.3890	0.9856	5.9	
Curtain 12	382.9	0.4524	0.9899	4.6	
J-Mat 1	5812.0	0.1631	0.9795	70.1	
J-Mat 2	1502.0	0.2645	0.9970	13.7	
J-Mat 3	2537.0	0.1811	0.7817	45.9	
J-Mat 4	2755.0	0.0565	0.6965	211874.7	
J-Mat 5	573.1	0.2701	0.9962	13.0	
J-Mat 6	963.6	0.0502	0.9232	994966.0	
C-Mat 1	1963.0	0.2684	0.8821	13.2	
C-Mat 2	186.2	0.2921	0.9900	10.7	
C-Mat 3	756.9	0.2864	0.9983	11.2	
C-Mat 4	22443.0	0.7749	0.9211	2.4	
C-Mat 5	377.7	0.4174	0.9963	5.3	
C-Mat 6	219.2	0.2463	0.9662	16.7	

表6 機能カーテンから放散される主なVOCsと室内空气中濃度増分予測値

	Components	Emission Rate ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$)	Estimated Increment ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Curtain 1	Tetradecane	44.7	22.4
	Tridecane	23.7	11.8
	1-Dodecanol	21.7	10.9
	Undecane, 1-Chloro or Dodecane, 1-Chloro	15.6	7.8
	Ethanol, 2-(1-Methylethoxy)-, Acetate	8.4	4.2
	1-Hexanol, 2-Ethyl-	8.2	4.1
Curtain 2	Cyclohexasiloxane, Dodecamethyl-	17.6	8.8
	Cycloheptasiloxane, Tetradecamethyl-	9.0	4.5
	Unknown	9.4	4.7
	Unknown	10.1	5.1
	Tetradecane	8.2	4.1
	Tridecane	9.5	4.8
	Unknown	11.5	5.8
1-Hexanol, 2-Ethyl-	4.8	2.4	
Curtain 3	1-Dodecanol	55.8	27.9
	Cycloheptasiloxane, Tetradecamethyl-	29.0	14.5
	Cyclohexasiloxane, Dodecamethyl-	22.2	11.1
	Cyclohexanone	13.3	6.6
	Cyclopentasiloxane, Decamethyl-	12.4	6.2
	Cyclotrisiloxane, Hexamethyl-	12.3	6.2
	1-Hexanol, 2-Ethyl-	10.5	5.3
	Tetradecane	9.2	4.6
	2,4(1H,3H)-Pyrimidinedione, 1,3-Dimethyl-	9.1	4.6
	Nonanal	7.0	3.5
Cyclotetrasiloxane, Octamethyl-	6.4	3.2	
Curtain 4	Formamide, <i>N,N</i> -Dimethyl-	788.5	394.2
	Cyclohexanone	446.6	223.3
	Toluene	432.3	216.1
	Butylated Hydroxytoluene	70.2	35.1
	1,6-Dioxacyclododecane-7,12-dione	31.8	15.9
	Cyclohexanone, 2-Cyclohexylidene-	8.2	4.1
	Tetramethylbutanedinitrile	5.3	2.6
	1-Hexanol, 2-Ethyl-	4.1	2.1
	Cycloheptasiloxane, Tetradecamethyl-	4.1	2.1
Curtain 5	Tetradecane	20.7	10.3
	1-Hexanol, 2-Ethyl-	12.1	6.1
	Phenol	6.7	3.3
	Acetone	6.3	3.2
	Tridecane	6.2	3.1
	1H,1H,2H,2H-Perfluorodecan-1-ol	4.9	2.5
	Decane, 1-Chloro-	5.3	2.6
	2-Propanol, 1-(2-Methoxy-1-methylethoxy)-	4.4	2.2

表6 機能カーテンから放散される主なVOCsと室内空气中濃度増分予測値(続き)

	Components	Emission Rate ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$)	Estimated Increment ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Curtain 6			0.0
Curtain 7	Butylated Hydroxytoluene	106.1	53.0
	Toluene	16.2	8.1
	Tetradecane	9.0	4.5
	1,6-Dioxacyclododecane-7,12-dione	11.3	5.7
	1-Hexanol, 2-Ethyl-	9.7	4.9
Curtain 8	Formamide, <i>N,N</i> -dimethyl-	3023.9	1511.9
	Benzene, 1,4-Dichloro-	372.4	186.2
	Toluene	219.2	109.6
	Tetramethylbutanedinitrile	193.3	96.7
	1-Butanol	79.0	39.5
	Tetradecane	37.5	18.8
	1,6-Dioxacyclododecane-7,12-dione	36.2	18.1
	Nonanal	27.9	14.0
	Tridecane	16.3	8.1
	Pentadecane	14.8	7.4
	1-Hexanol, 2-Ethyl-	13.9	6.9
Curtain 9	1-Butanol	123.8	61.9
	Benzene, 1,4-Dichloro-	73.1	36.5
	Nonanal	37.7	18.8
	Octanal	35.7	17.9
	1-Hexanol, 2-Ethyl-	18.1	9.0
	Tridecane	17.0	8.5
	Acetophenone	13.8	6.9
	Tetradecane	11.8	5.9
	Heptanal	8.8	4.4
	Acetone	7.1	3.6
	1-Heptanol	6.3	3.2
	4-Methyl-1-heptyn-3-ol	5.3	2.7
	Diisooamylene	4.5	2.2
	Hexadecane	4.7	2.4
	Formamide, <i>N,N</i> -Dimethyl-	4.8	2.4
Curtain 10	Cyclotetrasiloxane, Octamethyl-	11.6	5.8
	Unknown	10.4	5.2
	Cyclotetrasiloxane, octamethyl-	5.0	2.5
	Hydrouracil, 1-Methyl-	4.3	2.1
Curtain 11	Cyclotrisiloxane, hexamethyl-	11.4	5.7
	<i>Unknown</i>	8.7	4.4
	1-Butanol	8.9	4.5
	Cyclotetrasiloxane, Octamethyl-	6.7	3.3
	Hydrouracil, 1-Methyl-	7.0	3.5
	Tetradecane	5.2	2.6

表6 機能カーテンから放散される主なVOCsと室内空气中濃度増分予測値(続き)

	Components	Emission Rate ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$)	Estimated Increment ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Curtain 11	1-Chloroundecane/1-Chlorododecane	4.4	2.2
	Formamide, <i>N,N</i> -Dimethyl-	4.2	2.1
Curtain 12	1-Hexanol, 2-Ethyl-	19.9	9.9
	Tetradecane	16.3	8.2
	Pentadecane	13.4	6.7
	Acetone	11.5	5.7
	Cyclotrisiloxane, Hexamethyl-	12.4	6.2
	Dodecane, 2,6,11-Trimethyl-	9.7	4.8
	1-Butanol	9.1	4.6
	<i>Unknown</i>	7.7	3.8
	Dodecane, 2,7,10-Trimethyl-	6.6	3.3
	Tridecane	6.0	3.0
	Cyclotetrasiloxane, Octamethyl-	6.6	3.3
	Hydrouracil, 1-Methyl-	5.1	2.5
	Tetradecane, 4-Methyl-	5.1	2.5
	Nonanal	5.4	2.7
	Cyclopentasiloxane, Decamethyl-	5.3	2.7
	Hexadecane	4.8	2.4

表7 ジョイントマットから放散される主なVOCsと室内空气中濃度増分予測値

	Components	Emission Rate ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$)	Estimated Increment
J-Mat 1	Formamide	2078.2	1662.5
	Ethanone, 1-[4-(1-Hydroxy-1-methylethyl)phenyl]-	445.7	356.6
	Ethanone, 1,1'-(1,4-Phenylene)bis-	120.2	96.1
	à,à'-Dihydroxy-m-diisopropylbenzene	109.6	87.6
	Benzene, 1,3-bis(1-Methylethenyl)-	39.1	31.3
	Ethanone, 1-[4-(1-Methylethenyl)phenyl]-	68.0	54.4
	Acetone	24.6	19.7
	Unknown	20.5	16.4
	Tetradecane	18.5	14.8
	Acetamide	14.6	11.7
	Unknown	10.9	8.8
	Acetamide	9.3	7.4
J-Mat 2	Formamide	528.9	423.1
	Ethanone, 1-[4-(1-Hydroxy-1-methylethyl)phenyl]-	122.7	98.2
	Formamide, N,N-Dimethyl-	108.2	86.6
	à,à'-Dihydroxy-m-diisopropylbenzene	49.1	39.3
	Acetamide	32.2	25.7
	Tetradecane	27.9	22.3
	Unknown	24.0	19.2
	Ethanone, 1,1'-(1,4-Phenylene)bis-	19.3	15.4
	Ethanone, 1-[4-(1-Methylethenyl)phenyl]-	18.7	15.0
	Acetone	18.8	15.1
	Tridecane	17.9	14.3
	Cyclohexanone	19.9	15.9
	Undecane	18.4	14.7
	Dodecane	16.1	12.9
	1-Hexanol, 2-Ethyl-	17.5	14.0
	Pentane, 2,2,3,3-Tetramethyl-	16.5	13.2
	Unknown	13.4	10.7
	Phenol	9.2	7.4
	Decane	9.2	7.4
Heptane, 3,3-Dimethyl-	11.2	8.9	
J-Mat 3	Formamide	1026.7	821.3
	Ethanone, 1-[4-(1-Hydroxy-1-methylethyl)phenyl]-	325.0	260.0
	Ethanone, 1,1'-(1,4-Phenylene)bis-	194.4	155.5
	à,à'-Dihydroxy-m-diisopropylbenzene	71.4	57.2
	Acetone	64.1	51.3
	5,8-Dimethyl-1,2,3,4-tetrahydro-1-naphthol	46.8	37.4
	Ethanone, 1-[4-(1-Methylethenyl)phenyl]-	29.6	23.7
	Unknown	17.9	14.3

表7 ジョイントマットから放散される主なVOCsと室内空气中濃度増分予測値 (続き)

	Components	Emission Rate ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$)	Estimated Increment
	Tetradecane	19.8	15.9
	Decane	13.6	10.9
	Undecane	13.4	10.8
	Dodecane	13.9	11.1
	Tridecane	11.9	9.6
	Pentadecane	8.5	6.8
J-Mat 4	Formamide	408.8	327.0
	Ethanone, 1-[4-(1-Hydroxy-1-methylethyl)phenyl]-	261.8	209.4
	Ethanone, 1,1'-(1,4-Phenylene)bis-	140.7	112.6
	Butylated Hydroxytoluene	109.9	87.9
	à,à'-Dihydroxy-m-diisopropylbenzene	73.8	59.1
	Ethanone, 1-[4-(1-Hydroxy-1-methylethyl)phenyl]-	64.5	51.6
	Acetone	40.0	32.0
	1H-Indene-4-methanol, 2,3-Dihydro-1,1-dimethyl-	39.5	31.6
	Benzyl alcohol, à,à'-Dimethyl-p-isopropyl-	26.0	20.8
	Ethanone, 1-[4-(1-Methylethenyl)phenyl]-	24.0	19.2
	Ethanone, 1,1'-(1,4-Phenylene)bis-	18.0	14.4
	Tetradecane	16.8	13.4
	Unknown	16.5	13.2
	Ethanone, 1-[4-(1-Methylethyl)phenyl]-	14.0	11.2
	Tridecane	12.0	9.6
J-Mat 5	Acetone	13.1	10.5
	Toluene	16.5	13.2
	1-Hexanol, 2-Ethyl-	20.2	16.2
J-Mat 6	Ethanone, 1-[4-(1-Hydroxy-1-methylethyl)phenyl]-	218.7	175.0
	Formamide	131.1	104.9
	Ethanone, 1,1'-(1,4-Phenylene)bis-	116.0	92.8
	Butylated Hydroxytoluene	114.6	91.7
	Acetone	73.4	58.7
	Ethanone, 1-[4-(1-Hydroxy-1-methylethyl)phenyl]-	69.4	55.5
	à,à'-Dihydroxy-m-diisopropylbenzene	46.5	37.2
	Ethanone, 1,1'-(1,4-Phenylene)bis-	36.2	29.0
	Ethanone, 1-[4-(1-Methylethenyl)phenyl]-	17.2	13.7
	Benzene, 1,3-bis(1-Methylethenyl)-	11.3	9.0
	Unknown 96[à,à'-Dihydroxy-m-diisopropylbenzene]	12.3	9.8
	(-)-Isoaromadendrene-(V)	8.1	6.4