

表-5.2 VOC 分類別発生量 (防蟻剤 B-2)

VOC 分類	M($\mu\text{g}/\text{h}$)
n-ヘキサン	1.25
n-オクタン	2.45
n-ノナン	1.49
n-デカン	66.2
n-ウンデカン	128
n-ドデカン	5.00
n-トリデカン	19.7
n-テトラデカン	5.98
トルエン	1.62
エチルベンゼン	5.37
m, p-キシレン	4.78
o-キシレン	0.290
1, 2, 4-トリメチルベンゼン	1.50
1, 2, 3-トリメチルベンゼン	15.6
1, 2, 4, 5-テトラメチルベンゼン	7.37
1, 1, 1-トリクロロエタン	3.81
トリクロロエチレン	0.662
テトラクロロエチレン	4.79
p-ジクロロベンゼン	7.81
2-ピネン	1.06
@-(+)-リモネン	13.3
酢酸ブチル	4.02
メチルイソブチルケトン	0.494
エタノール	0.751
ペラゴンアルデヒド	46.6
1-デカナール	16.1
未同定物質	434
TVOC=同定物質+未同定物質	702

防蟻剤B 3回目

VOC	Q(m ³ /h)	C _s (μg/m ³)	C _o (μg/m ³)	M(μg/h)
エタノール	0.21	0	0	0
アセトン	0.21	8.672118	84.20458	-15.8618
ジクロロメタン	0.21	0	0	0
メチルエチルケトン	0.21	0	0	0
n-ヘキサン	0.21	8.392143	0	1.76235
酢酸エチル	0.21	0	0	0
クロロホルム	0.21	0	0	0
1,1,1-トリクロロエタン	0.21	0	0	0
1-ブタノール	0.21	0	0	0
ベンゼン	0.21	0	0	0
2,2,4-トリメチルペンタン	0.21	24.49411	104.3545	-16.7707
n-ヘプタン	0.21	0	0	0
トリクロロエチレン	0.21	0	0	0
メチルイソブチルケトン	0.21	0	0	0
トルエン	0.21	8.297531	0	1.742481
n-オクタン	0.21	7.995936	0	1.679147
酢酸ブチル	0.21	0	0	0
テトラクロロエチレン	0.21	0	0	0
エチルベンゼン	0.21	19.03969	0	3.998335
m,p-キシレン	0.21	16.46322	0	3.457276
n-ノナン	0.21	4.441817	0	0.932782
o-キシレン	0.21	0	0	0
2-ピネン	0.21	3.236014	0	0.679563
1,3,5-トリメチルベンゼン	0.21	47.436	0	9.961561
n-デカン	0.21	226.5676	0	47.5792
1,2,4-トリメチルベンゼン	0.21	64.20732	0	13.48354
p-ジクロロベンゼン	0.21	231.8755	0	48.69385
1,2,3-トリメチルベンゼン	0.21	45.93874	0	9.647136
@-(+)-リモネン	0.21	37.5814	0	7.892094
n-ウンデカン	0.21	404.4718	0	84.93908
ペラゴンアルデヒド	0.21	146.2369	0	30.70974
1,2,4,5-テトラメチルベンゼン	0.21	38.54238	0	8.093899
n-ドデカン	0.21	14.12654	0	2.966574
1-デカナール	0.21	41.96159	0	8.811935
n-トリデカン	0.21	73.97365	837.9583	-160.437
n-テトラデカン	0.21	16.64474	0	3.495395
n-ペンタデカン	0.21	0	0	0
n-ヘキサデカン	0.21	0	0	0
未同定物質	0.21	1103.687	0	231.7743
TVOC=同定物質+未同定物質	0.21	2593.239	1026.517	329.0116

表-5.3 VOC 分類別発生量 (防蟻剤 B-3)

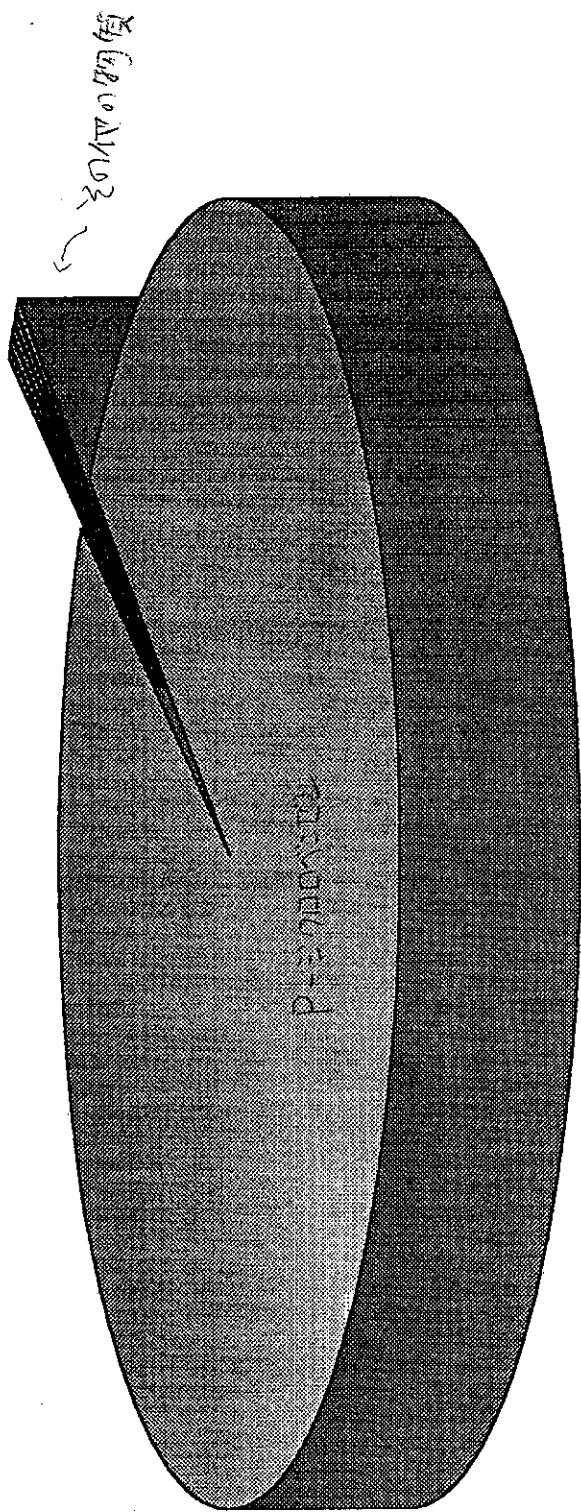
VOC 分類	M($\mu\text{g}/\text{h}$)
n-ヘキサン	1.76
n-オクタン	1.68
n-ノナン	0.933
n-デカン	47.6
n-ウンデカン	84.9
n-ドデカン	2.97
n-テトラデカン	3.50
トルエン	1.74
エチルベンゼン	4.00
m, p-キシレン	3.46
1, 3, 5-トリメチルベンゼン	9.96
1, 2, 4-トリメチルベンゼン	13.5
1, 2, 3-トリメチルベンゼン	9.65
1, 2, 4, 5-テトラメチルベンゼン	8.09
p-ジクロロベンゼン	48.7
2-ピネン	0.680
Ⓢ(+)-リモネン	7.89
ペラゴンアルデヒド	30.7
1-デカナール	8.81
未同定物質	232
TVOC=同定物質+未同定物質	329

防虫剤A 1回目

VOC	Q(m ³ /h)	C _s (μg/m ³)	C ₀ (μg/m ³)	M(μg/h)
エタノール	0.21	0	0	0
アセトン	0.21	9.050688	79.26148	-14.7443
ジクロロメタン	0.21	0	0	0
メチルエチルケトン	0.21	2.567339	0	0.539141
n-ヘキサン	0.21	0.658115	0	0.138204
酢酸エチル	0.21	0	0	0
クロロホルム	0.21	0	0	0
1,1,1-トリクロロエタン	0.21	0	0	0
1-ブタノール	0.21	0	0	0
ベンゼン	0.21	0	0	0
2,2,4-トリメチルペンタン	0.21	20.1436	77.32661	-12.0084
n-ヘプタン	0.21	0	0	0
トリクロロエチレン	0.21	0	0	0
メチルイソブチルケトン	0.21	0	0	0
トルエン	0.21	7.699675	3.402869	0.902329
n-オクタン	0.21	3.61752	29.67025	-5.47107
酢酸ブチル	0.21	8.093725	0	1.699682
テトラクロロエチレン	0.21	0	0	0
エチルベンゼン	0.21	7.807596	0	1.639595
m,p-キシレン	0.21	11.66094	0	2.448798
n-ノナン	0.21	3.420033	0	0.718207
o-キシレン	0.21	0	0	0
2-ピネン	0.21	1.382404	0	0.290305
1,3,5-トリメチルベンゼン	0.21	9.81767	8.08012	0.364885
n-デカン	0.21	37.77958	11.80679	5.454287
1,2,4-トリメチルベンゼン	0.21	26.32538	0	5.528329
p-ジクロロベンゼン	0.21	20040.86	0	4208.581
1,2,3-トリメチルベンゼン	0.21	17.19049	0	3.610003
⊕-(+)-リモネン	0.21	6.76046	0	1.419697
n-ウンデカン	0.21	52.8957	0	11.1081
ペラゴンアルデヒド	0.21	0	0	0
1,2,4,5-テトラメチルベンゼン	0.21	6.207805	0	1.303639
n-ドデカン	0.21	56.30655	0	11.82438
1-デカナール	0.21	12.42479	41.50429	-6.10669
n-トリデカン	0.21	57.82673	0	12.14361
n-テトラデカン	0.21	19.36437	0	4.066518
n-ペンタデカン	0.21	0	0	0
n-ヘキサデカン	0.21	0	0	0
未同定物質	0.21	9700.634	3829.129	1233.016
TVOC=同定物質+未同定物質	0.21	30119.14	4080.008	5468.219

表-6.1 VOC 分類別発生量 (防虫剤 A-1)

VOC 分類	M ($\mu\text{g} / \text{h}$)
n-ヘキサン	0.138
n-ノナン	0.718
n-デカン	5.45
n-ウンデカン	11.1
n-ドデカン	11.8
n-トリデカン	12.1
n-テトラデカン	4.07
トルエン	0.902
エチルベンゼン	1.64
m, p-キシレン	2.45
1, 3, 5-トリメチルベンゼン	0.365
1, 2, 4-トリメチルベンゼン	5.53
1, 2, 3-トリメチルベンゼン	3.61
1, 2, 4, 5-テトラメチルベンゼン	1.30
p-ジクロロベンゼン	4210
2-ピネン	0.290
Ⓔ-(+)-リモネン	1.42
酢酸ブチル	1.70
メチルエチルケトン	0.539
未同定物質	1230
TVOC=同定物質+未同定物質	5470



■ n-ヘキサン	■ n-ノナン	■ n-デカン	■ n-ウンデカン
■ n-ドデカン	■ n-トリデカン	■ n-テトラデカン	■ トルエン
■ エチルベンゼン	■ m, p-キシレン	■ 1, 3, 5-トリメチルベンゼン	■ 1, 2, 4-トリメチルベンゼン
■ 1, 2, 3-トリメチルベンゼン	■ 1, 2, 4, 5-テトラメチルベンゼン	■ p-ジクロロベンゼン	■ 2-ピネン
■ o-(+)-リモネン	■ 酢酸ブチル	■ メチルエチルケトン	

図-7.1 VOC組成比 (防虫剤A-1)

防虫剤B 2回目

VOC	Q(m ³ /h)	C _s (μg/m ³)	C _o (μg/m ³)	M(μg/h)
エタノール	0.21	1.602365	0	0.336497
アセトン	0.21	13.58276	112.0499	-20.6781
ジクロロメタン	0.21	2.201307	0	0.462274
メチルエチルケトン	0.21	0	0	0
n-ヘキサン	0.21	1.294554	0	0.271856
酢酸エチル	0.21	0	0	0
クロロホルム	0.21	0	0	0
1,1,1-トリクロロエタン	0.21	0	0	0
1-ブタノール	0.21	0	0	0
ベンゼン	0.21	0	0	0
2,2,4-トリメチルペンタン	0.21	20.55694	75.29014	-11.494
n-ヘプタン	0.21	0	0	0
トリクロロエチレン	0.21	0	0	0
メチルイソブチルケトン	0.21	0	0	0
トルエン	0.21	3.904808	4.360596	-0.09572
n-オクタン	0.21	0	0	0
酢酸ブチル	0.21	0	0	0
テトラクロロエチレン	0.21	0	0	0
エチルベンゼン	0.21	2.708463	3.939253	-0.25847
m, p-キシレン	0.21	5.074373	0	1.065618
n-ノナン	0.21	1.238332	0	0.26005
o-キシレン	0.21	0	0	0
2-ピネン	0.21	0	0	0
1,3,5-トリメチルベンゼン	0.21	2.16397	85.52954	-17.5068
n-デカン	0.21	10.32514	13.69454	-0.70757
1,2,4-トリメチルベンゼン	0.21	6.437461	4.668745	0.37143
p-ジクロロベンゼン	0.21	32132.61	0	6747.848
1,2,3-トリメチルベンゼン	0.21	11.69259	11.18111	0.107411
Ⓢ(+)-リモネン	0.21	5.037337	6.678162	-0.34457
n-ウンデカン	0.21	15.7794	0	3.313675
ペラゴンアルデヒド	0.21	0	0	0
1,2,4,5-テトラメチルベンゼン	0.21	2.009956	0	0.422091
n-ドデカン	0.21	26.59459	0	5.584863
1-デカナール	0.21	5.306472	0	1.114359
n-トリデカン	0.21	23.97635	0	5.035034
n-テトラデカン	0.21	9.723086	0	2.041848
n-ペンタデカン	0.21	0	0	0
n-ヘキサデカン	0.21	0	0	0
未同定物質	0.21	31.96758	27.51387	0.935281
TVOC=同定物質+未同定物質	0.21	32335.43	344.6834	6718.056

表-6.2 VOC 分類別発生量 (防虫剤 A-2)

VOC 分類	M($\mu\text{g}/\text{h}$)
n-ヘキサン	0.272
n-ノナン	0.260
n-ウンデカン	3.31
n-ドデカン	5.58
n-トリデカン	5.04
n-テトラデカン	2.04
m, p-キシレン	1.07
1, 2, 4-トリメチルベンゼン	0.371
1, 2, 3-トリメチルベンゼン	0.107
1, 2, 4, 5-テトラメチルベンゼン	0.422
ジクロロメタン	0.462
p-ジクロロベンゼン	6750
エタノール	0.336
1-デカナール	1.11
未同定物質	0.935
TVOC=同定物質+未同定物質	6720

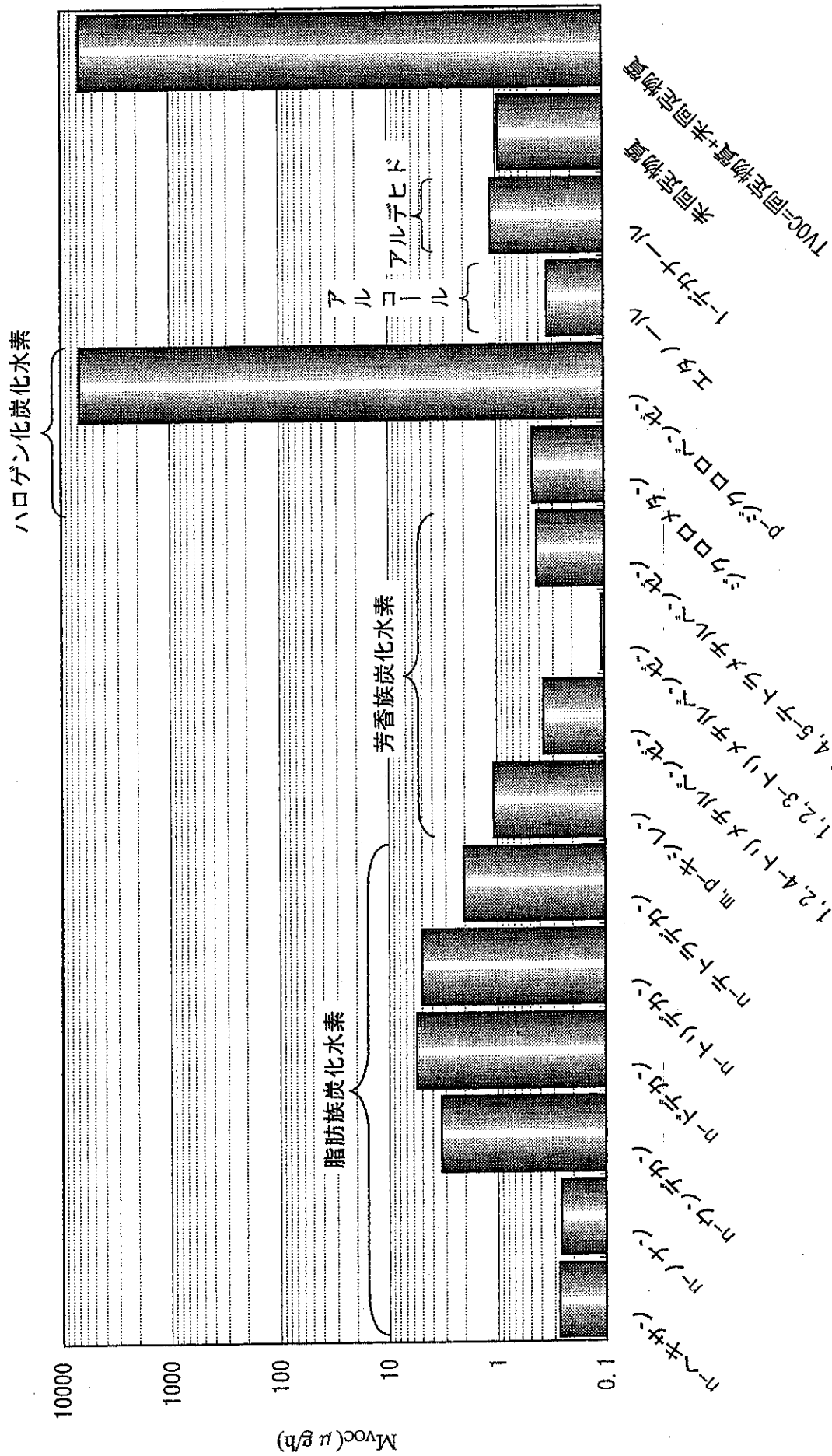
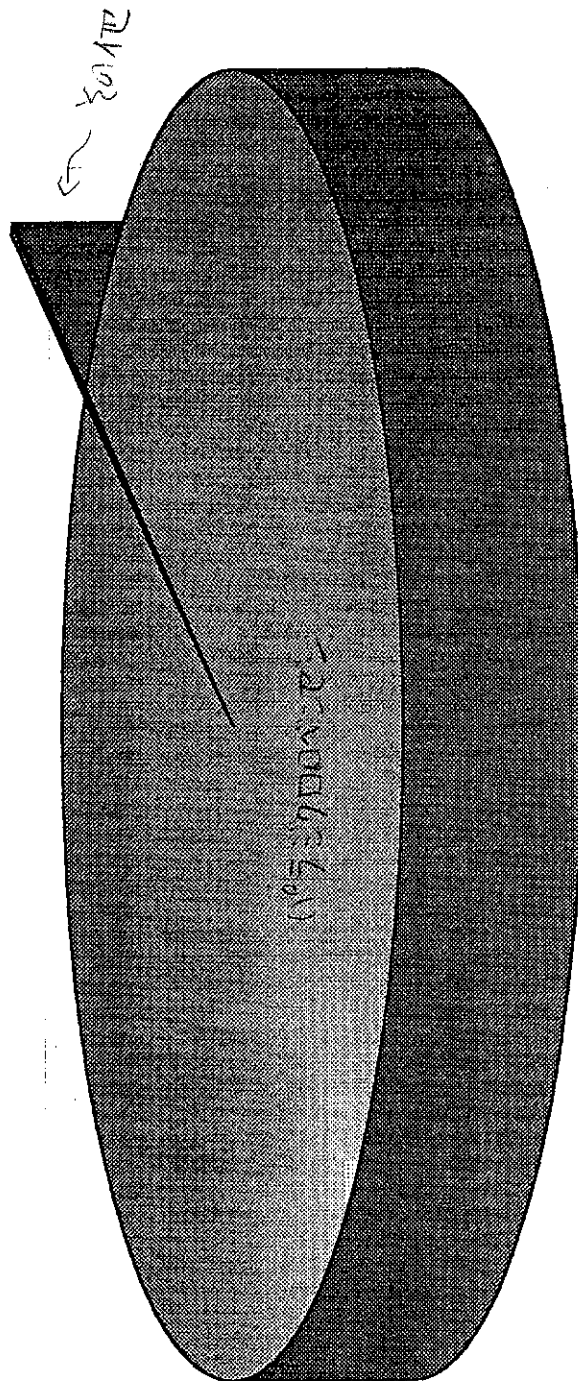


図-6.2 VOC分類別発生量 (防虫剤A-2)



- | | | | |
|---------------------|-------------------------|-------------|---------------------|
| ■ n-ヘキサン | ■ n-ノナン | ■ n-ウンデカン | ■ n-ドデカン |
| ■ n-トリデカン | ■ n-テトラデカン | ■ m, p-キシレン | ■ 1, 2, 4-トリメチルベンゼン |
| ■ 1, 2, 3-トリメチルベンゼン | ■ 1, 2, 4, 5-テトラメチルベンゼン | ■ ジクロロメタン | ■ p-ジクロロベンゼン |
| ■ エタノール | ■ 1-デカナール | | |

図-7.2 VOC組成比 (防虫剤A-2)

防虫剤A 3回目

VOC	Q (m ³ /h)	C _s (μg/m ³)	C ₀ (μg/m ³)	M (μg/h)
エタノール	0.21	0	0	0
アセトン	0.21	5.939137	0	1.247219
ジクロロメタン	0.21	0	0	0
メチルエチルケトン	0.21	0	0	0
n-ヘキサン	0.21	0	0	0
酢酸エチル	0.21	0	0	0
クロロホルム	0.21	0	0	0
1,1,1-トリクロロエタン	0.21	0	0	0
1-ブタノール	0.21	0	0	0
ベンゼン	0.21	0	0	0
2,2,4-トリメチルペンタン	0.21	16.34696	456.6448	-92.4625
n-ヘプタン	0.21	0	0	0
トリクロロエチレン	0.21	0	0	0
メチルイソブチルケトン	0.21	0	0	0
トルエン	0.21	3.982264	0	0.836276
n-オクタン	0.21	0	0	0
酢酸ブチル	0.21	0	0	0
テトラクロロエチレン	0.21	0	0	0
エチルベンゼン	0.21	0	0	0
m, p-キシレン	0.21	4.94432	0	1.038307
n-ノナン	0.21	0	0	0
o-キシレン	0.21	0	0	0
2-ピネン	0.21	0	0	0
1,3,5-トリメチルベンゼン	0.21	66.37485	3024.305	-621.165
n-デカン	0.21	9.825219	0	2.063296
1,2,4-トリメチルベンゼン	0.21	4.873098	0	1.023351
p-ジクロロベンゼン	0.21	39192.83	0	8230.494
1,2,3-トリメチルベンゼン	0.21	5.178345	0	1.087452
Ⓔ(+)-リモネン	0.21	6.160712	0	1.293749
n-ウンデカン	0.21	6.044501	0	1.269345
ペラゴンアルデヒド	0.21	0	0	0
1,2,4,5-テトラメチルベンゼン	0.21	0	0	0
n-ドデカン	0.21	7.380148	0	1.549831
1-デカナール	0.21	9.369674	0	1.967631
n-トリデカン	0.21	28.52583	2090.248	-432.962
n-テトラデカン	0.21	7.530447	0	1.581394
n-ペンタデカン	0.21	0	0	0
n-ヘキサデカン	0.21	0	0	0
未同定物質	0.21	14.02512	0	2.945275
TVOC=同定物質+未同定物質	0.21	39389	5571.198	7101.738

表-6.3 VOC 分類別発生量 (防虫剤 A-3)

VOC 分類	M ($\mu\text{g} / \text{h}$)
n-デカン	2.06
n-ウンデカン	1.27
n-ドデカン	1.55
n-テトラデカン	1.58
トルエン	0.836
m, p-キシレン	1.04
1, 2, 4-トリメチルベンゼン	1.02
1, 2, 3-トリメチルベンゼン	1.09
p-ジクロロベンゼン	8230
Ⓔ-(+)-リモネン	1.29
アセトン	1.25
1-デカナール	1.97
未同定物質	2.95
TVOC=同定物質+未同定物質	7010

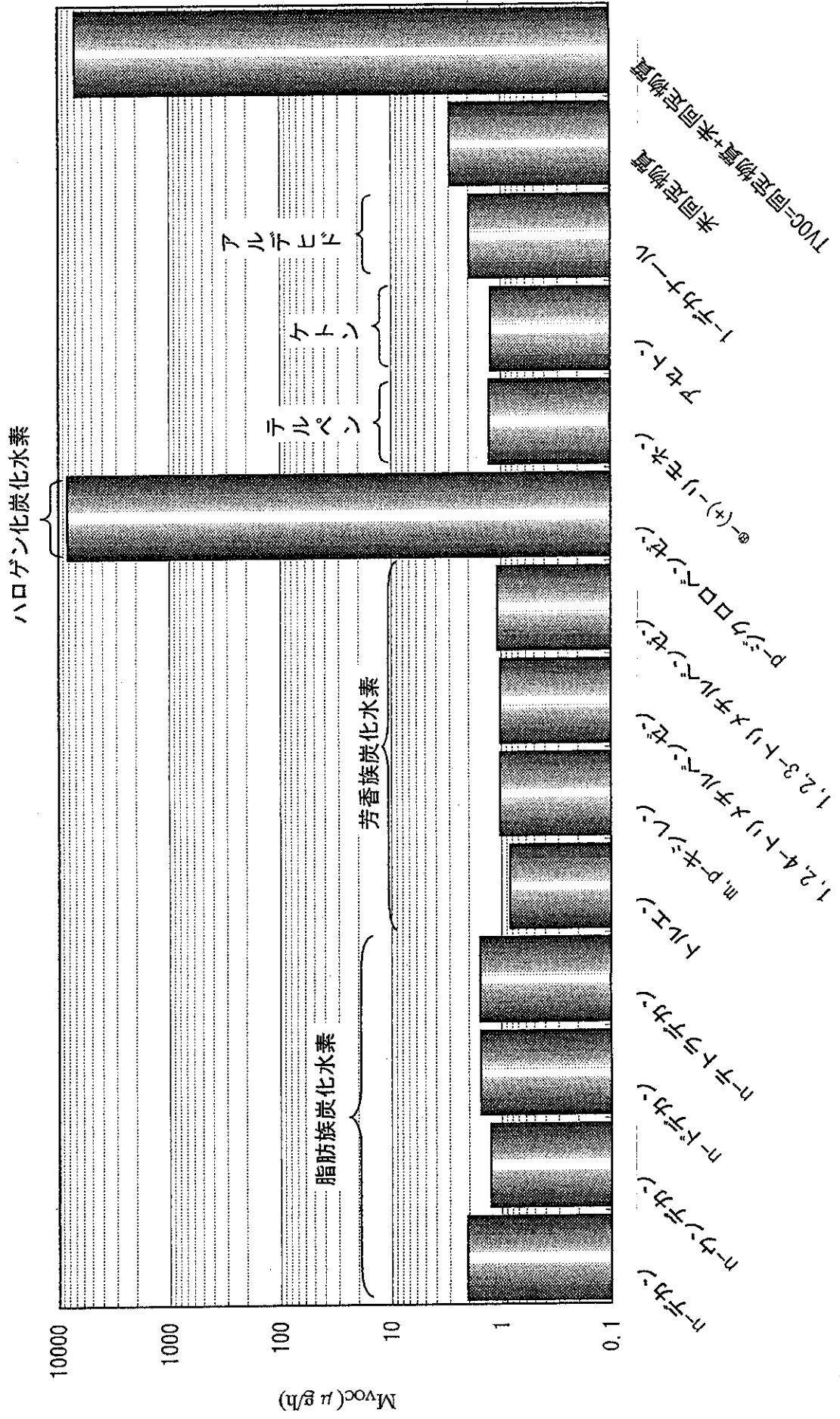
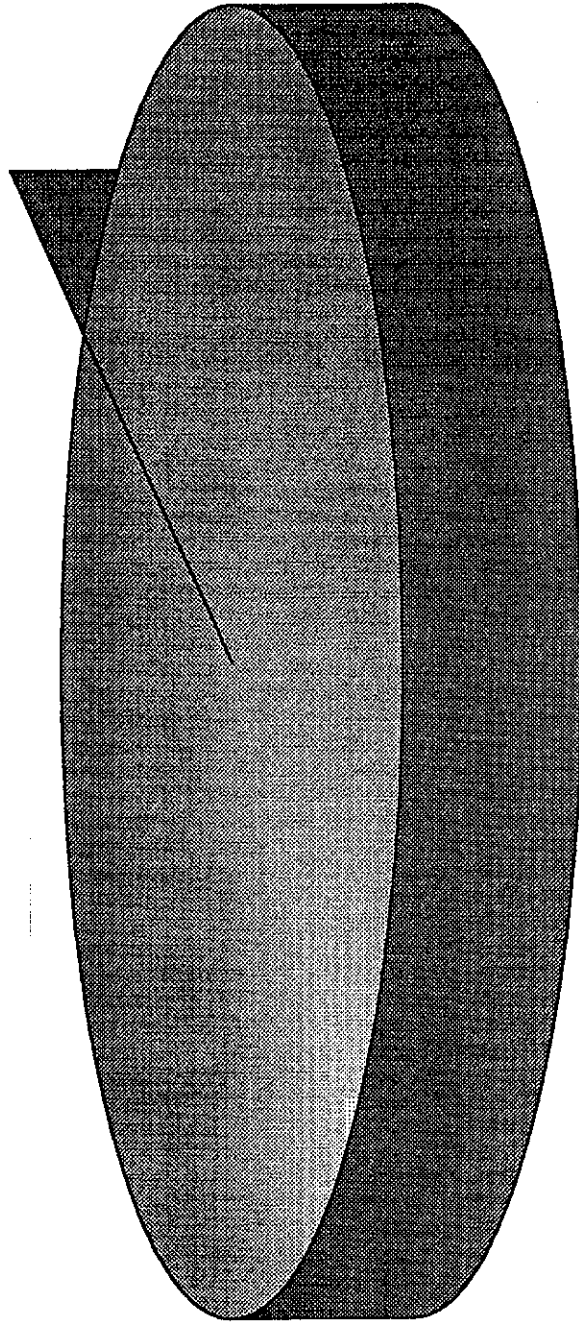


図-6.3 VOC分類別発生量 (防虫剤A-3)



■ n-デカン	■ n-ウンデカン	■ n-ドデカン	■ n-テトラデカン
■ トルエン	■ m, p-キシレン	■ 1, 2, 4-トリメチルベンゼン	■ 1, 2, 3-トリメチルベンゼン
■ p-ジクロロベンゼン	■ o-(+)-リモネン	■ アセトン	■ 1-デカナール

図-7.3 VOC組成比 (防虫剤A-3)

V. 室内空气中化学物質の測定方法に 関する研究

国立医薬品食品衛生研究所環境衛生化学部 松村 年郎

室内空气中化学物質の測定方法に関する研究

松村 年郎 国立医薬品食品衛生研究所環境衛生化学部

研究要旨

厚生省は1997年6月(平成9年)にヒトの健康保護を目的として、居住環境内におけるホルムアルデヒド(HCHO)のガイドライン値を公表した(30分平均値で0.1mg/m³, 20°C換算で0.08ppm)。しかし、このガイドライン値を評価する際のサンプリング法や測定法については提示されていない。そこで、居住環境内のHCHO濃度を評価するための標準的なサンプリング法及び測定法の確立を目的として、ISO原案及び我が国における既往研究等を参考に実験を行い、居住環境内におけるHCHOの標準的なサンプリング法及び測定法(2,4-ジニトロフェニルヒドラジン-カートリッジ捕集-高速液体クロマトグラフ法)を提案した。更に、化学物質過敏症やシックハウス症候群等の原因物質として指摘されている室内空气中の有機リン化合物について、大量試料導入濃縮装置を装着したGC/FPDを用いた高感度分析法の開発を行った。

A. 研究目的

HCHOのガイドライン制定に伴うサンプリング法や測定法に関する標準的な方法は現在、制定されてない。そこで、本研究においてはISO原案、EPA-method等を参考にHCHOのサンプリング法及び測定法の標準化を図る。一方、シックハウス症候群や化学物質過敏症等の原因物質として注目されている室内空气中の有機リン化合物の形態別サンプリング法並びに高感度分析法の確立を図る。

B. 研究方法

本研究においては居住環境内におけるHCHOのサンプリング法や測定法の標準化に際し、ISO-16000-2、16000-3案及び既往研究等を参考に実験を行い、我が国における室内HCHOのサンプリング法及び測定法の標準化案を提案する。また、有機リン化合物の分析法の開発に関しては、粒子状とガス状の形態別測定法を開発すべく、ロシ捕集-溶媒抽出-大量試料濃縮導入装置付きGC/FPDを用いた高感度分析法を検討した。

C. 研究結果

1. ホルムアルデヒド

1.1 サンプリング方法の検討

ISO案(16000-2)及び既往研究等を参考に検討した。

1.1.1 測定法の分類、

室内のHCHO濃度を測定する方法は、大きく分けると手分析法と連続分析法に大別される。

手分析法はサンプリングから分析まで全て手動で行う方式である。一方、連続分析法は全て自動で行う方式である。この手分析法には短時間測定用としてアクティブサンプリング法（ポンプ法）や検知管法等がある。一方、長時間測定用としてはパッシブサンプリング法やアクティブサンプリング法がある。

1.1.1.1 短時間測定法

短時間測定は一般的には1時間以下のサンプリングを指す。この測定法には2,4-ジニトロフェニルヒドラジン捕集-高速液体クロマトグラフ法（2,4-DNPH-HPLC法）が国際的に使用されている。一方、我が国では2,4-DNPH-HPLC法の他にAHMT吸光光度法等が使用されている。また、簡易測定法として検知管法が広く使用されている。

1.1.1.2 長時間測定法

数時間以上数日間のサンプリングが長時間測定に入る。この測定法には2,4-DNPH捕集-HPLC法（アクティブ法やパッシブ法）やTEA（トリエタノールアミン、TEA）パッシブサンプラー法等が入る。

1.1.1.3 連続測定法

30分平均値が連続的に得られる間欠型の自動計測器（アセチルアセトン法）が室内測定用に開発されている。この測定法は住宅内の日内変動や平衡到達時間調査、室内環境因子との相関分析、その他、研究的な解析に利用出来る。

1.1.1.4 予備的測定法

室内濃度を予備的に測定する際に使用される測定法で検知管法等がある。

1.1.2 測定目的

室内測定を行う際に、その目的を明確にする必要がある。

1.1.2.1 ガイドライン値に適合しているか否かの判定

日常生活における住宅内のHCHO濃度がガイドライン値に適合しているか否かを明らかにする。条件としては日常生活における最大負荷条件を作成し、その時のHCHO濃度を測定し、ガイドライン値を超えているか否かを判定する。

1.1.2.2 住宅改善効果の判定

住宅を改善した場合、改善前後の濃度を同一条件で測定し、改善効果を判定する。

1.1.2.3 日常生活における平均濃度の判定

日常生活を通して、室内日平均濃度がガイドライン値を超えているか否かを判定する。

1.1.3 サンプリング時間及び頻度

サンプリング時間は測定目的によって異なる。例えば、ガイドライン値に適合しているか否かを判定する場合は、住宅内のHCHO濃度が平衡に到達した後、短時間測定（30分サンプリング）測定を行えば良い。一方、長時間平均値を求める場合は一般的には24時間サンプリングが行われている。また、サンプリングの頻度はサンプリングの目的と測定誤差に依存する。例えば、室内濃度が $120\mu\text{g}/\text{m}^3$ （標準偏差 $5\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）の場合、定量のための信頼区間、すなわち、10%の信頼区間（ $\pm 12\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）で測定する場合、3測定が必要である。