

200/00061A

厚生科学研究研究費補助金
特別研究事業

室内空气中化学物質測定における
精度の確保と日本における特徴的室内空気
中化学物質存在比の把握に関する研究

平成13年度 総括研究報告書

主任研究者 安藤 正典

平成14年3月

平成13年度 室内空气中化学物質測定における精度の確保と 日本における特徴的室内空气中化学物質存在比の把握に関する研究

(順不同、敬称略)

主任研究者	安藤 正典	国立医薬品食品衛生研究所環境衛生化学部
協力研究者	内山 茂久	千葉大学工学部
	皆川 直人	グリーンブルー株式会社
	長宗 寧	グリーンブルー株式会社
	牧原 大	オーエスラボ株式会社
	三浦 通利	岩手県環境保健研究センター衛生化学部
	管野 猛	仙台市衛生研究所理化学課環境水質係
	片平 大造	福島県衛生研究所理化学部
	酒井 洋	新潟県保健環境科学研究所生活衛生科
	山口 貴史	群馬県衛生環境研究所生活化学部衛生科学課
	小川 政彦	埼玉県衛生研究所生体影響担当
	中山 和好	千葉県衛生研究所生活環境研究室
	長谷川一夫	神奈川県衛生研究所生活環境部
	北爪 稔	横浜市衛生研究所検査研究課
	小川 時彦	川崎市衛生研究所環境検査部
	小林 浩	山梨県衛生公害研究所衛生研究専門部
	澤田 道和	石川県保健環境センター
	近藤 文雄	愛知県衛生研究所毒性部
	小林 博美	滋賀県立衛生環境センター環境衛生担当
	古市 裕子	大阪市立環境科学研究所大気環境課
	荒木 万嘉	兵庫県立衛生研究所環境保健部
	八木 正博	神戸市環境保健研究所環境化学部
	谷口 秀子	姫路市環境衛生研究所
	立野 幸治	山口県環境保健研究センター理科学部
	川田 常人	高知県衛生研究所生活化学部
	中村 又善	福岡県保健環境研究所
	山崎 誠	福岡県保健環境研究所大気担当
	大和 康博	北九州市環境科学研究所保健環境課
	菅本 康博	熊本市環境総合研究所
	平良 淳誠	沖縄県衛生環境研究所大気室

目 次

総括研究報告書

はじめに

I. 溶媒抽出法による室内空气中化学物質および

TVOC の存在状況に関する研究 1

安藤正典

II. 室内空气中化学物質および TVOC の

測定方法の確立に関する研究 39

安藤正典

III. 室内空气中化学物質の経気道暴露による

リスクアセスメントに関する研究 59

安藤正典

まとめ

はじめに

いわゆるシックハウス症候群については、近年になって顕在化し、現在もなお社会的関心事の高いテーマである。原因として室内空気中の化学物質が取り沙汰されており、患者の増加をくい止めるためには速やかな室内空気質の改善が有効な対策の一つと考えられている。

ヒトは、経口、経気道及び経皮の3ルートから化学物質を暴露している。このうち、空気から暴露する化学物質における暴露量は、最も寄与率が高く、しかもその大部分は室内空気に寄与していることは明らかである。厚生労働省では、このような状況に憂慮を深め、具体的な施策に至る前段階として室内空気中化学物質の安全性に関するガイドラインを設定してきた。これを受けて、国土交通省ではその発生源からの放散を抑制するための施策や指導を検討しているところであり、平成13年度中に「住宅性能表示制度」の中の任意表示制度として「室内空気質」が導入される見込みとなった。このことにより、空気質の測定希望が爆発的に増加することが予想される。その場合、処理費用、速度の面から「パッシブタイプ」の測定法が多用されることが推定され、厚生労働省が作成した「簡易機器目録」中に収録された製品が主に使用される可能性がある。厚生労働省の標準的測定法においても、「同等の精度が確認された場合」にはこの手法を認めることとしているが、この精度面の確認は販売業者による自主申告によっているのが現状である。このことから、少なくとも厚生労働省機器目録に収録された「パッシブタイプ」の捕集管については、指針値の普及を図る観点から、測定精度を早急に確認する必要がある。そこで、本年度はパッシブタイプの測定方法の比較の基準となるポンプによる室内空気中化学物質の検討を行った。

さらには、収集したデータを生かし、日本における特徴的な室内空気質の把握を図る。EPAにおいては、実際の空気質における物質の存在量と、物質そのものの毒性評価を比較し、リスクを明示すると言う手法を取り始め、一定の評価を得ているところである。そこで、我が国においても、厚生労働省が示したあるいは示そうとしている化学物質のリスクと、現状におけるそのリスクの度合いについて明確に評価するために、全国における我が国特有の空気質状況を把握し、個々の化学物質についてリスクアセスメントを実施しておくことは重要な課題であると言える。我が国における室内空気中化学物質の実態を明らかにし、現状におけるリスクを明確にし、疾病との関連性を整理してその予防手法の開発等を明確にすることを通じ、化学物質からの安全性の確保と健康保持をはかる。これらのことは、現在厚生労働省が押し進めている室内空気質ガイドラインに直接的に貢献できると共に、その基礎的情報としても有効に生かされるものと考えられる。

そこで、本年度はⅠ．溶媒抽出法による室内空気中化学物質及びTVOCの存在状況に関する研究、Ⅱ．室内空気中化学物質及びTVOCの測定方法の確立に関する研究、Ⅲ．室内空気中化学物質の経気道暴露によるリスクアセスメントに関する研究の3課題について検討した。

1. 溶媒抽出法による

室内空气中化学物質および

TVOC の存在状況に関する研究

国立医薬品食品衛生研究所 安藤正典

溶媒抽出法による室内空气中化学物質およびTVOCの存在状況に関する研究

分担研究者 安藤 正典 国立医薬品食品衛生研究所

研究要旨 我が国における居住環境におけるTVOCレベルの把握のための衛生研究所25機関の協力を得て、実態調査の実施、TVOC測定方法、アルデヒド類の実態調査をもとに整理した。

各化学物質の平均値、中央値および貴下平均値は平成9年度および10年度に行った結果と同様な傾向がみられた。溶媒抽出法と加熱脱離法との比較を行ったところ、テルペン類では溶媒抽出法に比べて加熱脱離法が2～10倍以上、エタノールをはじめとするアルコール類でも加熱脱離法が溶媒抽出法に比べて2倍以上の値が存在していた。TVOCにおける溶媒抽出法と加熱脱離法との関係はエタノールを除いたTVOCは $R^2=0.954$ で $Y=1.2X+54$ と $Y=X$ に極めて近い回帰直線が認められた。また、平成9および10年度に実施した42化学物質のエタノールを除いたTVOCについても良好な相関関係が認められた。

アルデヒド・ケトン類濃度を評価したところ、ホルムアルデヒドの屋内平均濃度は居間 $28\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、寝室 $26\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。1997年に実施した全国調査では、室内（居間）濃度の平均値が $62\mu\text{g}/\text{m}^3$ であったので、4年前の平均濃度に比べ34%に減少していた。この指針値を超える住宅は一軒もなかった。アルデヒドの屋内平均濃度は居間 $21\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、寝室 $22\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。

1. はじめに

室内空气中化学物質の暴露による健康影響については、多くの報告がなされ、情報が蓄積しているにもかかわらず、未だ不明確なままである。また、室内空气中の化学物質が増加することは、人にとって不快な状態を表すことは明らかであるものの、健康影響について明確に証明した報告例は数に限りがあり、室内空气中化学物質の濃度と健康影響との因果関係は不明である。このことから、室内空气中の化学物質を総揮発性有機物質（TVOC）として評価して我が国の居住環境における実態の把握とTVOC測定方法の開発を検討した。

室内空气中化学物質の健康影響については、厚生労働省が、平成9年度から検討を重ね、今までに13種の化学物質の室内濃度の指針値を示してきた。このことを踏まえて、国土交通省では建築物の品質確保法によって新築建築物中化学物質の規制に踏み出した。また、農林水産省では、発生源としての建築用資機材の抑制策を講じている。さらに、文部科学省では、学校等における室内化学物質の規制を開始した。このように、建築物に関わる省庁では、厚生労働省の指針値に基づいて次々と施策を講じたことによって、それぞれの室内の化学物質濃度は低下する傾向が認めら

れている。しかしながら、これら化学物質の指針値は、安全性評価、すなわち単独化学物質の既往の毒性情報に基づくリスクアセスメントの考え方に従って指針値を設定したものである。一方、室内空気に関連するシックハウス症候群や化学物質過敏症などの疾病群は、これらの濃度よりも大きく下回った濃度でも発症する可能性が指摘されており、実際に室内で確認される個々の化学物質の濃度と、これら疾病群が発症する濃度との間には、大きな差がある可能性は否定できない。また、室内に存在する化学物質は単独化学物質で存在することはありえず、百～数百種の化学物質が常に存在しているものと考えられる。

以上のことから、平成13年度の厚生科学研究では、我が国における居住環境におけるTVOCレベルの把握のための実態調査の実施、TVOC測定方法として提案されている加熱脱離法と溶媒抽出方法の妥当性の検討、アルデヒド類の実態調査をもとに整理した。

2. TVOC

2.1. 研究方法

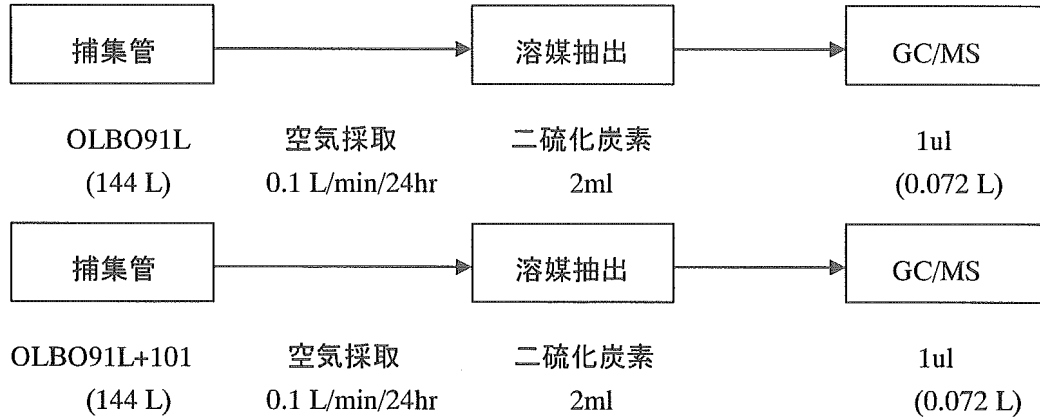
衛生研究所25機関の協力を得て、全国の居住住宅を選定し、溶媒抽出方法および加熱脱離法の試料採取法によって同一居住環境の室内および室

外の空気を採取し、これをそれぞれの分析手法に従って測定した。溶媒抽出方法および加熱脱離法による揮発性有機化合物の採取および分析方法

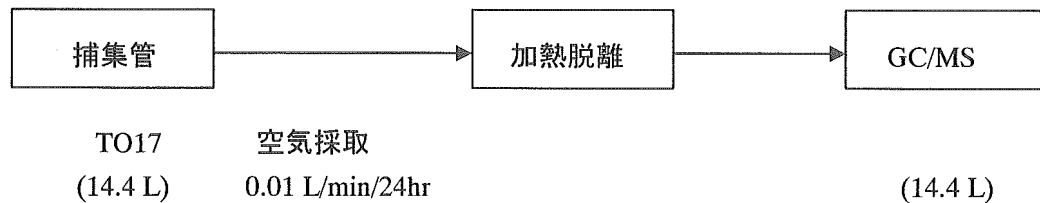
は、以下のフローに示す捕集管／ポンプ吸着採取とガスクロマトグラフ・質量分析法によって測定した。

2. 1. 1. 分析方法

1) 溶媒抽出法



2) 加熱脱離法



2. 1. 2. 配布器具および装置

本研究では、全国の種々の居住環境における状況の室内空気を採取して把握するため、捕集管、ポンプおよび標準溶液等を国立医薬品食品衛生研究所で装置および器具を統一して、各衛生研究所に配布した。

1) 対象標準溶液および捕集管

(1) 124化合物混合液および各対象物質の保持時間：対象化学物質、モニターイオンおよびその保持時間は表1のようである。

(2) 捕集管：溶媒抽出法および加熱脱離法の捕集管は以下の方法に従って行った。

- ① ポンプ／溶媒抽出法用：活性炭捕集管（スペルコ製）ORBO91L 25本（1箱）
- ② ポンプ／加熱脱離法用：捕集管Tenax GR混合（パーキン・エルマー製）AirToxics（パ・キンエルマ・製）32本

2) ポンプ

それぞれの方法にあわせて吸引した。

(1) 溶媒抽出法用：100ml/minで吸引できるもの。

(2) 加熱脱離法用：10ml/minで吸引できるもの。

の。

3) ガスクロマトグラフ・質量分析装置

衛生研究所が実施した溶媒抽出法によるガスクロマトグラフのカラムは、衛生研究所で所有する極性または無極性のカラムを用いたため、各機関によって異なった。

加熱脱離法によるガスクロマトグラフのカラムは、無極性のカラムを用いた。

2. 1. 3. 結果の記録と報告

1) 記録情報

(1) 測定対象建物の概要、(2) 測定月日、(3) 測定結果（室内および外気）、(4) 定量下限値、(5) 建物および生活行為に関する情報、(6) 記録、(7) 測定上の問題等について記録した。

2) 記録方法

送付したサンプリングの記録紙およびアンケートをフロッピーに記入し、回収した。

2. 1. 4. 全国調査における試料採取

1) サンプリング機関およびサンプル件数

居住環境およびその周辺大気のサンプリング地点は、表2に示すように2001年度には25衛生研究所の協力によって、各衛生研究所の所在都市におけるボランティア家屋を中心として試料採取した。居住環境およびその外気のサンプリング数は、溶媒抽出法による採取では室内空気188カ所、室外空気188カ所、加熱脱離法による採取では室内空気63カ所、室外空気63カ所を採取した。

2) サンプリング場所

各衛生研究所において選定したボランティア家屋の室内空気は、それぞれの測定日に衛生研究所の研究者が、試料採取方法に従ってサンプリング装置を設置して空気の採取を行った。サンプリング場所は室内1カ所、室外1カ所とした。

3) 試料採取方法

室内空気の採取は、居間または寝室の中央の床から1.5m付近に吸引口がくるように設置し、溶媒抽出法および加熱脱離法に従って24時間ポンプ捕集を行った。外気の場合は、軒下の室内空気および雨の影響等が無い場所に機器を設置し、室内と同様に24時間採取した。

2. 1. 5. 測定機関

ボランティアに対して各衛生研究所が実施した室内空気試料は、以下の機関で測定した。

揮発性有機化合物については、固相吸着/溶媒抽出法による捕集管試料は各衛生研究所で、加熱脱離法による捕集管試料はグリーンブルー（株）で測定した。

アルデヒド類の試料は国立医薬品食品衛生研究所で測定した。

2. 2. 測定対象化学物質

室内空気中に建築資機材、家具、家庭用品あるいは生活習慣に関わる発生源が多岐にわたるため、存在する可能性のある化学物質は多くの種類を想定しておく必要がある。これら室内空気中の化学物質について健康影響を考慮した化学物質の選定とその測定は極めて難しい。健康影響を視野に入れた室内空気中化学物質の汚れの指標として、総揮発性化学物質の総合の指標について検討しておかなければならない。このため、TVOC

を測定するための化学物質の選択には、表3に示すような対象化合物を候補として挙げ、我が国の居住環境における存在状況を調査することとした。TVOC候補化合物の対象には、国立医薬品食品衛生研究所が既存の文献から選定した化学物質を基に平成11年に空气中化学物質のモニタリングとして実施した72化学物質、ヨーロッパ共同体機関のECA-WG13が挙げている61化学物質およびISO/DISが室内空気中に確認される可能性のある化学物質として選定した153物質およびその他の存在の可能性のある7化学物質の合計160化学物質の内アルデヒド・ケトン類および有機酸類18化学物質を除く163化学物質について検討した。ただし、今回の研究は、我が国における室内空気中の化学物質の実態を把握することおよびTVOCの測定方法を設定することが目的であることから、技術的課題が存在するものを除き、124の全化学物質およびアルデヒド類20種を測定対象として考慮することとした。

2. 3. 溶媒抽出法および加熱脱離法における全国居住環境の化学物質

2. 3. 1. 溶媒抽出法および加熱脱離法における各化学物の測定結果

溶媒抽出法および加熱脱離法における測定方法の妥当性とその結果を評価するため63家屋において同一室内空気を採取し、それぞれの手法で測定した。各化学物質についてそれぞれの測定方法における両測定方法の50%タイル、平均値、中央値、幾何平均値、最小値、最大値、10および90%タイル値は表4のようであった。平均値、中央値および幾何平均値について比較するといずれの方法でも平均値が相対的に高い値を示した。平成9年度および10年度に行った試験でもこの傾向は明確にみられたが、今回の調査でも同様な傾向がみられた。このことは、対象とした化学物質の大部分で極端に高い濃度を示す特異な室内環境が存在することを示唆していた。

2. 3. 2. 溶媒抽出法および加熱脱離法における各化学物質の測定値の比較

1) 溶媒抽出法および加熱脱離法における各化学物質の測定値の差異について

溶媒抽出法と加熱脱離法との比較を行っ

たところ、それぞれの値のうちで約2倍以上の違いについてみると、いくつかの特徴的な違いがみられた。n-Pentadecane, 2-Methylpentane, 1-Octene, 2,2,4-Trimethylpentane などでは平均値、幾何平均値、90%タイル値並びに最大値で溶媒抽出法が加熱脱離法に比較して2~5倍程度高い値であった。一方、3-Carene, α -Pinene, Camphene, β -Pinene, Longifolene, Camphor などでは、平均値、中央値、幾何平均値、90%タイル値および最大値において、溶媒抽出法に比べて加熱脱離法が2~10倍以上高い値を示していた。また、エタノールをはじめとするアルコール類でも加熱脱離法が溶媒抽出法に比べて2倍以上の値を示す化学物質が多く存在していた。このように、溶媒抽出法と加熱脱離法とでは、個々の化学物質について比較すると、差異が認められ、溶媒抽出法では、使用する二硫化炭素溶媒に影響される保持時間付近の化学物質が高い傾向が認められた。また、最も特徴的な違いは、テルペン類で、加熱脱離法が極端に高い値であるのに対して、溶媒抽出法では低く、捕集剤の検討が必要であることが示唆された。さらに、アルコール類では、溶媒抽出法が低い傾向がみられた。

また、これらの化学物質のそれぞれの測定方法における結果についての同等性を統計的に検討するため、各化学物質についてヒストグラムをみたところいずれの方法の測定結果は、低濃度において頻度が高い結果を示し、正規分布は得られなかった。

2) 溶媒抽出法および加熱脱離法における各化学物質の測定値の差異に関する基礎統計値の算出

124 化学物質における溶媒抽出法および加熱脱離法の測定結果のそれぞれのデータの差異を検討することは、両方法が室内空気中化学物質あるいはTVOCの測定方法として採用できるか否かの観点から重要な問題である。124 化学物質のそれぞれのヒストグラム度数と正規分布曲線は重なりを示さず、 χ^2 乗分布による適合度検定を行った結果でも、すべての場合において有意水準5%で正規分布でないことが明らかとなった。このため、低濃度領域に偏る非正規性のヒストグラム

に対しての相関性を検討するに当たって、対数変換による正規性の検討を行った。ただし、各化学物質には定量下限値あるいは検出下限値以下および0の測定値を対数で表し、正規性をみたところ、検出頻度および高濃度の存在が確認された14化学物質について正規分布であることを認めた。さらに、正規性はみられないものの化学物質について分散およびt検定における有意水準1%を求めたところ表5のようであった。その結果、多くの化学物質においては両測定法の結果に有意性が認められ、F検定およびt検定の結果、両測定方法の値の間にバラツキおよび差を有さず、統計的に同等性が証明された。

3) 同等性に問題がある化学物質

溶媒抽出法および加熱脱離法による各化学物質の測定値に関する同等性の検討の結果、正規性、F検定、t検定のいずれにおいても明確に同等性が認められない化学物質の存在が観察された。特に、エタノールの溶媒抽出法と加熱脱離法における濃度は極端に異なることがみられた。その他のアルコール類では、その存在量は少ないものの、捕集管の吸着能の影響が明らかに認められ、同族体であるグリコール類でも同様に両法に差がみられた。

テルペン類では表6に示すように溶媒抽出法に使用する捕集剤に対しての捕集効率が加熱脱離法における場合と比較して異なり、化学物質の特性に反映された結果が認められた。特に α -Pineneでは溶媒抽出法では加熱脱離法に比べて1/5~1/10程度の値であったが、Limoneneでは溶媒抽出法での捕集効率が高いことが示された。また、溶媒抽出法と加熱脱離法における相関式および係数が極端に低い化学物質も観察された。

さらに、溶媒抽出法では、二硫化炭素を用いることから、溶媒ピークに重なる化学物質は測定できず、2-Methylpentane, 3-Methylpentane, 1-Octene, 1-Decene, 2,4-Dimethylpentane, 2,2,4-Trimethylpentane, Methylcyclopentane, Cyclohexane, Dichloromethaneはほとんど不検出となった。

4) 各化学物質における溶媒抽出法と加熱脱離法の相関性

上記の結果から、同等性が認められた化学物質ではそれぞれの値が極めて近似したものであることが推定されたことから、各化学物質における溶媒抽出法と加熱脱離法との関係を検定された両者の対数変換値を用いて、両測定方法の結果における各化学物質の散布図を作成し、図1に示した。また、これらの散布図における単回帰直線、回帰式、相関性および信頼性は表7に示すように、各化学物質においても一部の化学物質を除いて、相関性が極めて高いことが認められた。

2. 4. 溶媒抽出法および加熱脱離法による TVOC の比較

2. 4. 1. 溶媒抽出法および加熱脱離法による TVOC の測定結果

溶媒抽出法および加熱脱離法による 63 試料の両測定方法の TVOC における 50% タイル、平均値、最小値、最大値は表8のようであった。

また、これらの TVOC についてヒストグラムを示すと図2のようである。いずれの方法における測定結果も、低濃度において頻度が高い結果を示し、正規分布は得られなかった。

溶媒抽出および加熱脱離の両法における TVOC の測定値の違いを対数変換値を用いて正規性を検討したところ、図3に示すように正規性がみられた。さらに、分散を F 検定によって、また差を t 検定によって評価したところ、分散、差においても表9にみられるように、同等性が有意に証明された。

2. 4. 2. 溶媒抽出法と加熱脱離法の相関性

TVOC における溶媒抽出法と加熱脱離法との関係を把握する目的で、検定された両者の対数変換値を用いて、散布図を図4に示した。全化

学物質を合計した TVOC、エタノールを除いた TVOC および平成9、10年度に実施した42対象化学物質の TVOC について散布図を作成した。また、これらの散布図における単回帰直線、回帰式、相関性および信頼性は表10に示すようである。これらから分かるように、エタノールを除いた TVOC は $R^2=0.954$ で $Y=1.2X+54$ のと $Y=X$ に極めて近い回帰直線が認められた。また、個々の化学物質で相関性が良好であった平成9および10年度に実施した42化学物質のエタノールを除いた TVOC および今回の調査で室内で多く確認された55化学物質の TVOC においても良好な相関関係が認められた。

2. 4. 3. 相関式に問題がある化学物質と TVOC

これらの結果から、表5および7のように溶媒抽出法および加熱脱離法における明確な違いが示された。溶媒抽出法においては、テルペン類の吸着効率が低いため、加熱脱離法に比べて1/5~1/10程度の値であった。

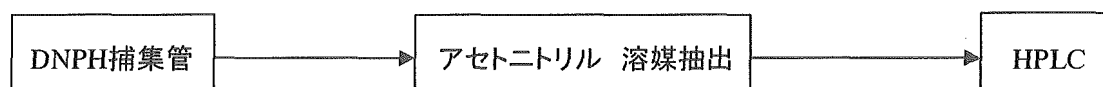
アルコール類では、エタノールを除いてその存在量は少ないものの、捕集剤の影響が明らかに認められ、同族体であるグリコール類でも同様であった。このことから、特にエタノールは、TVOC を加えて算出すると極端に高い値となり、またばらつきも大きくなることがみられたことから、我が国における TVOC 測定にはエタノールを除くことおよび実態調査において存在が確認された55化学物質を選定することが妥当であると考えられる。

3. アルデヒド類

室内空気中の化学物質の存在量の多い化学物質群であるアルデヒド類は以下のようである。

3. 1. 分析方法

アルデヒド・ケトン類の測定方法は以下のようである。



3. 1. 1. アルデヒド・ケトン類の捕集

揮発性有機化合物の場合と同様に、衛生研究所25機関の協力を得て、全国の居住住宅188

カ所を選定した。種々の方法によって同一居住環境の室内および室外の空気を採取し、アルデヒド・ケトン類測定用の拡散サンプラー

DSD-DNPH をアルミ製保存袋より取り出し、床から 1.5 m に拡散フィルター部が位置するように、天井から風糸で吊り下げた。暴露開始時に DSD-DNPH のシェルターを取り外し 24 時間暴露した。暴露終了時にシェルターを取り付け、アルミ製保存袋に保管した。

3. 1. 2. アルデヒド・ケトン類の分析

これを採取した捕集管は国立医薬品食品衛生研究所へ送付し、分析した。アルデヒド類は DNPH 捕集管／ポンプ採取の後、高速液体クロマトグラフ法によって測定した。

DSD-DNPH をアルミ製保存袋から取り出し、4～5 回振った後、拡散フィルター側を上にしてシェルターを取り外す。DSD-DNPH のキャップ側を実験台等でタッピングした後、拡散フィルターを取り外し、アセトニトリルを満たした 10 ml の注射筒を取り付ける。2～5 ml/min の流速で溶出し、5 ml に定容する。溶出液の 20 μ l を分取し、表 1 1 の条件で HPLC に導入した。

定量用の標準試料には TO-11/IP-6A 標準試料（スベルコ社製、15 成分）を使用し、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、アセトン、アクロレイン、プロピオンアルデヒド、クロトンアルデヒド、n-ブチルアルデヒド、ベンズアルデヒド、i-バレルアルデヒド、バレルアルデヒド、p-トルアルデヒド、m,o-トルアルデヒド、ヘキサアルデヒド、2,5-ジメチルベンズアルデヒドを分析した。

3. 2. 研究結果および考察

3. 2. 1. アルデヒド・ケトン類の室内、屋外濃度

2000 年 10 月から 2001 年 3 月まで、全国各地の住宅で測定したアルデヒド・ケトン類濃度の平均値、最大値、最小値を表 1 2 に示す。尚、TO-11/IP-6A でリストされている 15 物質の合計を total で表示した。ホルムアルデヒドの屋内平均濃度は居間 28 μ g/m³、寝室 26 μ g/m³であった。寝室はその性質上閉鎖される機会が多く、居間より高濃度になることが予測されたが、同一住宅では、居間と寝室で明確な濃度差は観測されなかった。国立医薬品食品衛生研究所が 1997 年 2 月から 4 月にかけて実施したホルムアルデヒドの全国調査では、室内（居間）濃度の平均値が 62 μ g/m³であったので、4 年前の平均濃

度に比べ 34 % に減少している。WHO、厚生労働省が公示しているホルムアルデヒドの室内濃度指針値は 100 μ g/m³であるが、この指針値を超える住宅は一軒も無かった。アセトアルデヒドの屋内平均濃度は居間 21 μ g/m³、寝室 22 μ g/m³であったが、屋内濃度が特異に高い住宅が 1 軒存在し、居間 400 μ g/m³、寝室 370 μ g/m³を示した。この住宅を除くとアセトアルデヒドの濃度は居間：平均値 17 μ g/m³、最大値 69 μ g/m³、最小値 1.0 μ g/m³、寝室：平均値 17 μ g/m³、最大値 47 μ g/m³、最小値 1.0 μ g/m³になる。同様に、ヘキサアルデヒド濃度が一軒だけ特に高く、居間 100 μ g/m³、寝室 140 μ g/m³を示した。

ホルムアルデヒドの屋外濃度は、平均値 3.6 μ g/m³、最大値 11 μ g/m³、最小値 0.4 μ g/m³、アセトアルデヒドの屋外濃度は、平均値 3.1 μ g/m³、最大値 8.7 μ g/m³、最小値 0.7 μ g/m³であった。環境省が全国の地方公共団体で実施した平成 11 年度有害大気汚染モニタリング調査結果によると、ホルムアルデヒドの屋外濃度は平均値 3.1 μ g/m³、最大値 8.7 μ g/m³、最小値 0.24 μ g/m³、アセトアルデヒドの濃度は平均値 2.7 μ g/m³、最大値 9.2 μ g/m³、最小値 0.28 μ g/m³であるので、今回の調査結果と概ね等しい結果であった。

3. 2. 2. ホルムアルデヒド、アセトアルデヒドの濃度分布

室内（居間+寝室）と屋外における、ホルムアルデヒドおよびアセトアルデヒドの濃度分布を図 5 に示した。ホルムアルデヒドの室内濃度は 20 μ g/m³ 付近を頂点とし、裾が 100 μ g/m³ 付近まで達するなだらかな一山型の分布を示した。アセトアルデヒドの室内濃度も同様の濃度分布を示したが、ホルムアルデヒド濃度に比べピークは鋭い分布を示した。屋外濃度はホルムアルデヒド、アセトアルデヒドとも濃度分布の幅が狭く、ほぼ正規対称分布を示したことから、地域的な濃度差が少なく濃度変動が小さいことが推測された。

3. 2. 3. アルデヒド・ケトン類相互の関係

発生源が同一であれば、発生するアルデヒド・ケトン類の間に高い相関が期待される。そこで 15 成分のアルデヒド・ケトン類について相互の相関関係をみたところ表 1 3 のよう

ある。表の中で、プロピオンアルデヒドとアクロレイン濃度およびヘキサアルデヒドとバレルアルデヒド濃度の相関係数はそれぞれ 0.92, 0.96 であり、際立って大きい。図 6 にプロピオンアルデヒドとアクロレイン濃度、図 7 にヘキサアルデヒドとバレルアルデヒド濃度の散布図を示す。なお、この散布図のデータは、対象物質のどちらかが検出限界以下のデータは排除してある。この図から、プロピオンアルデヒドとアクロレインおよびヘキサアルデヒドとバレルアルデヒドが明らかに相関関係ことがわかった。これらのことから、プロピオンアルデヒドとアクロレイン、ヘキサアルデヒドとバレルアルデヒドが同一の建材、施工材に使用されていることが推測された。

4. まとめ

我が国における居住環境におけるTVOCレベルの把握のための衛生研究所25機関の協力を得て、実態調査の実施、TVOC測定方法、アルデヒド類の実態調査をもとに整理した。

各化学物質の平均値、中央値および貴下平均値は平成9年度および10年度に行った結果と同様な傾向がみられた。溶媒抽出法と加熱脱離法との比較を行ったところ、テルペン類では溶媒抽出法に比べて加熱脱離法が2～10倍以上、エタノールをはじめとするアルコール類でも加熱脱離法が溶媒抽出法に比べて2倍以上の値が存在していた。TVOCにおける溶媒抽出法と加熱脱離法との関係はエタノールを除いたTVOCは $R^2=0.954$ で $Y=1.2X+54$ の極めて高い相関性と $Y=X$ に極めて近い回帰直線が認められた。また、平成9および10年度に実施した42化学物質のエタノールを除いたTVOCについても良好な相関関係が認められた。

アルデヒド・ケトン類濃度を評価したところ、ホルムアルデヒドの屋内平均濃度は居間 $28\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、寝室 $26\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。1997年に実施した全国調査では、室内（居間）濃度の平均値が $62\mu\text{g}/\text{m}^3$ であったので、4年前の平均濃度に比べ34%に減少していた。この指針値を超える住宅は一軒もなかった。アルデヒドの屋内平均濃度は居間 $21\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、寝室 $22\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。

表1-1 対象物質の保持時間とモニターイオン(無極性カラム)

測定条件

GC/MS: 島津製作所製QP-5000

カラム: CP-SIL 5CB 60m x 0.25mm 1.0μm

カラム温度: 40(10min) → 3°C/min → 140°C → 5°C/min → 200°C (36min) → 10°C/min → 300°C

カラム流量: 1ml/min

注入口: 250°C

検出器温度: 250°C

質量範囲: 40~300

スプリット比: 1/20

注入量: 1μl

72mix						73mix							
MW	参照イオン2	参照イオン1	定量イオン	化合物名	グループ	R.TIME	R.TIME	グループ	化合物名	定量イオン	参照イオン	参照イオン	MW
58		58	43	Acetone	E	7.56	5.377		Acetaldehyde	44	43	42	44
60	59	43	45	2-Propanol	B	8.05	7.65		Propanol	58	57	43	58
85	86	84	49	Dichloromethane	G	9.30	9.00	C	Dimethoxymethane	45	75		76
							9.21	D	2-Methyl-2-propanol	59	41	43	74
88		57	73	Methyl-t-butylether	G	12.06	10.92	D	1-Propanol	42	59	41	60
							12.21	B	Vinylacetate	43	86		86
86	71	42	43	2-Methylpentane	A	12.32	12.82		Acetic acid	43	45	60	60
72	57	72	43	Methylethylketone	F	12.86							
86	41	56	57	3-Methylpentane	B	13.32							
88	70	61	43	Ethylacetate	D	14.51							
86	41	43	57	n-Hexane	C	14.52							
119	47	85	83	Chloroform	A	14.68							
72		72	42	THF	G	15.74	15.69	F	2-Methyl-1-propanol	43	42	41	74
76	58	76	45	2-Methoxyethanol	E	15.78							
84	69	41	56	Methylcyclopentane	F	16.72	16.45		2-Butenal	41	70	69	70
99	64	49	62	1,2-Dichloroethane	E	16.67							
100		43	57	2,4-Dimethylpentane	D	16.92							
133	61	99	97	1,1,1-Trichloroethane	B	17.38							
							17.67	E	Dimethoxyethane	45	60	90	90
							17.79	F	3-Methyl-2-butanone	43	86	41	86
102	87	61	43	Isopropylacetate	E								
74		43	56	1-Butanol	A	18.45							
78		51	78	Benzene	A	18.66							
154	121	119	117	Carbon tetrachloride	A	19.09							
90	75	47	45	1-Methoxy-2-propanol	G	19.33							
84	41	84	56	Cyclohexane	B	18.46							
							20.00	A	2-Methylhexane	43	56	85	100
							20.76	B	3-Methylhexane	43	56	70	100
113	76	62	63	1,2-Dichloropropane	D	21.04	20.76		Propanoic acid	45	74	73	74
88		58	88	1,4-Dioxane	F	21.70							
131	95	132	130	Trichloroethene	C	21.74							
114		41	57	2,2,4-Trimethylpentane	E	21.95							
90	72	45	59	2-Ethoxyethanol	B	22.25							
							22.38	E	Methacrylic acid methyl ester	41	69	100	100
							22.53	C	Propylacetate	43	61	73	102
100	71	57	43	n-Heptane	A	22.76							
							23.43	B	Butylformate	56	41		102
							23.62	G	Propylene glycol	45	43	61	76
100	100	58	43	Methylisobutylketone	F	24.55							
98	98	55	83	Methylcyclohexane	G	24.73							
							25.13		2-Pentenal	55	41	83	84
							26.01		Isobutyric acid	43	41	73	88
							26.94	C	1-Pentanol	42	55	70	88
92		92	91	Toluene	C	27.52	27.56	F	Isobutylacetate	43	56	73	116
							27.83		Cyclopentanone	55	41	84	84
							28.05		Butyric acid	60	73	45	88
208	131	129	127	Chlorodibromomethane	G	28.84							
							29.57	D	1,4-Dimethylcyclohexane (C&T)	55	97	112	112
112	70	55	43	1-Octene	F	30.09	29.98		2,2-Dimethylpropanoic acid	57	41		102
116	73	56	43	Butylacetate	G	30.65							
114	71	57	43	n-Octane	D	31.01	31.07		2-Furancarboxaldehyde	95	96	67	96
166	129	164	166	Tetrachloroethene	G	31.32							
							31.65	D	2-Methoxyethylacetate	43	58	45	118
							31.59	D	1,4-Dimethylcyclohexane (C&T)	55	97	112	112
							32.26		2-Methylcyclopentanone	42	55	69	98
							34.90	C	1-Hexanol	56	43	55	102
106		106	91	Ethylbenzene	C	35.12							
							35.30		Pentanoic acid	60	73	45	102
106		106	91	p-Xylene	D	35.74	35.76	B	Ethynylbenzene	102	76	50	102
106		106	91	m-Xylene	F	35.82							
98	98	42	55	Cyclohexanone		36.22	36.11	E	2-Methyloctane	43	57	71	128
							36.14	A	Cyclohexanol	57	82	67	100
132	72	59	43	2-Ethoxyethylacetate	A	36.89	36.61	A	3-Methyloctane	57	43	98	128
104	51	78	104	Styrene	D	37.10	37.13		Heptanal	44	55	70	114
106		106	91	o-Xylene	B	37.51							
118	87	45	57	2-Butoxyethanol	C	37.68							
128	71	57	43	n-Nonane	C	38.57							
							39.86	A	Isopropylbenzene	105	120	77	120
							40.48	C	3,5-Dimethyloctane	57	43	71	142
							40.53		2-Methylcyclohexanone	68	55	112	112
							40.88		trans-2-Heptenal	41	55	83	112
							41.30		2-Ethyl-hexanal	57	72	43	128
136	77	91	93	alpha-Pinene	E	41.42							
116	87	73	60	Hexanoic acid	F	41.84							
120		120	91	n-Propylbenzene	F	41.97							
							42.14	A	Phenol	94	66	65	94
							42.33	C	(+/-)-Camphene	93	79	121	136
							42.50	C	(+/-)-Camphene	93	79	121	136
120		120	105	1,3,5-Trimethylbenzene	A	42.95							
							43.15	B	2-Methylnonane	43	57	71	142
							43.59	B	alpha-Methylstyrene	118	117	103	118

同じ試薬

同じ試薬

120		120	105	2-Ethyltoluene	C	43.73							
138	138	82	81	2-Pentylfuran	G	44.22							
136	77	69	93	beta-Pinene	A	44.34	44.30		Octanal	43	56	57	128
							44.32	A	1-Propenylbenzene(C&T)	117	118	115	118
							44.44	A	cis-1-Methyl-4-isopropyl-cyclohexane	55	97	96	140
							44.50	F	m-Methylstyrene	117	118	115	118
140	83	70	56	1-Decene	B	44.68	44.63	E	o-Methylstyrene	117	118	115	118
120		120	105	1,2,4-Trimethylbenzene	E	44.72	44.78	A	p-Methylstyrene	117	118	115	118
								D	cyclohexane	55	97	96	140
142	71	57	43	n-Decane	D	45.39	45.39	D	n-Methyl-2-pyrrolidone	99	98	44	99
147	111	148	146	1,4-Dichlorobenzene	F	45.56							
130	70	43	57	2-Ethyl-1-hexanol	A	46.16							
136	121	79	93	3-Carene	E	46.30							
120		120	105	1,2,3-Trimethylbenzene	B	46.52	46.46	A	1-Propenylbenzene(C&T)	117	118	115	118
136	136	93	68	Limonene	C	47.25							
							47.71	B	Indene	115	116	89	116
120	120	77	105	Acetophenone	C	48.01	48.00		Heptanoic acid	60	73	87	130
							48.13	E	1-Methyl-3-propylbenzene	105	134	106	134
							48.41	A	1-Octanol	41	56	55	130
							48.45	F	n-Butylbenzene	91	92	134	134
156	71	57	43	n-Undecane	B	50.92							
134	91	134	119	1,2,4,5-Tetramethylbenzene	D	51.74							
							52.50	E	2-Ethylhexylacetate	43	70	57	172
							52.88		Octanoic acid	60	73	101	144
							53.29	D	1,3-Diisopropylbenzene	147	119	105	162
162		45	57	2-Butoxyethoxyethanol	F	53.95							
							54.24	A	1,4-Diisopropylbenzene	147	119	162	162
128	129	127	128	Naphthalene	F	55.02							
170	71	57	43	n-Dodecane	D	55.49							
							56.23	B	Caprolactam	55	56	113	113
							57.27	F	Linaloolacetate	93	69	80	196
184	71	57	43	n-Tridecane	F	59.92							
158		158	104	4-Phenylcyclohexene	D	62.12							
							62.29		2-Undecenal	70	57	55	168
							62.80	E	Texanol	71	56	83	216
							63.53	E	Texanol	56	43	71	216
198	71	57	43	n-Tetradecane	C	65.04							
							66.57	C	Dimethyl phthalate	163	77	194	194
							68.16	D	Longifolene	161	189	204	204
							68.44	C	alpha-Cedrene	119	93	204	204
							68.47	B	Caryophyllene	93	69	133	204
212	71	57	43	n-Pentadecane	G	71.52							
							72.23	F	2,6-Di-t-butyl-4-methylphenol	205	220	206	220
286				TXIB	G	79.50							
226	71	57	43	n-Hexadecane	B	80.19							
							103.5	D	Dibutyl phthalate	149	205	223	278
							100以降		Hexadecanoic acid	43	73	60	256

同じ試薬

同じ試薬

* 太枠内はピークが重なっているもの
* ◎は分解しやすい物質

120		120	105	1,2,4-Trimethylbenzene	E	23.88		23.89	D	2-Methoxyethylacetate	43	58	45	118	
								24.82		Octanal	43	56	57	128	
184	71	57	43	n-Tridecane	F	25.06		25.01	E	1-Methyl-3-propylbenzene	105	134	106	134	
208	131	129	127	Chlorodibromomethane	G	25.20									
98	98	42	55	Cyclohexanone		25.40	◎								
								25.50	F	n-Butylbenzene	91	92	134	134	
								25.63		2-Methylcyclohexanone	68	55	112	112	
132	72	59	43	2-Ethoxyethylacetate	A	25.92									
120		120	105	1,2,3-Trimethylbenzene	B	26.84									
									A	1-Propenylbenzene(C&T)	117	118	115	118	
									B	α-Methylstyrene	118	117	103	118	
								26.86		trans-2-Heptenal	41	55	83	112	
									D	1,3-Diisopropylbenzene	147	119	105	162	
								27.95	E	o-Methylstyrene	117	118	115	118	
									F	m-Methylstyrene	117	118	115	118	
								28.22	A	p-Methylstyrene	117	118	115	118	
									B	Ethynylbenzene	102	76	50	102	
								28.74	C	1-Hexanol	56	43	55	102	
								29.72	E	2-Ethylhexylacetate	43	70	57	172	
198	71	57	43	n-Tetradecane	C	30.09	30min	29.90	F	1,4-Diisopropylbenzene	147	119	162	162	
								30.53	A	1-Propenylbenzene(C&T)	117	118	115	118	
134	91	134	119	1,2,4,5-Tetramethylbenzene	D	31.21									
118	87	45	57	2-Butoxyethanol	E	31.31									
								31.37	A	Cyclohexanol	57	82	67	100	
147	111	148	146	1,4-Dichlorobenzene	F	32.26									
								34.32	B	Indene	115	116	89	116	
										2-Furancarboxaldehyde	95	96	67	96	
								34.51		Acetic acid	43	45	60	60	
212	71	57	43	n-Pentadecane	G	34.70									
130	70	43	57	2-Ethyl-1-hexanol	A	35.14									
									C	α-Cedrene	119	93	204	204	
								37.04	D	Longifolene	161	189	204	204	
								37.75	F	Linaloolacetate	93	69	80	196	
									A	1-Octanol	41	56	55	130	
								38.21		Propanoic acid	45	74	73	74	
								38.56	B	Caryophyllene	93	69	133	204	
226	71	57	43	n-Hexadecane	B	39.02									
								39.34		Isobutyric acid	43	41	73	88	
								39.70		2,2-Dimethylpropanoic acid	57	41		102	
								40min	41.00	G	Propylene glycol	45	43	61	76
								41.94		Butyric acid	60	73	45	88	
120	120	77	105	Acetophenone	G	42.35									
								44.71	D	n-Methyl-2-pyrrolidone	99	98	44	99	
158		158	104	4-Phenylcyclohexene	D										
128	129	127	128	Naphthalene	E	45.33									
								45.79		2-Undecenal	70	57	55	168	
								46.11		Pentanoic acid	60	73	45	102	
162		45	57	2-Butoxyethoxyethanol	F	47.93									
116	87	73	60	Hexanoic acid		49.52									
286				TXIB	G	49.92									
								49.90	E	Texanol	56	43	71	216	
								50.32	E	Texanol	71	56	83	216	
								51.00	F	2,6-Di-t-butyl-4-methylphenol	205	220	206	220	
								52.46		Heptanoic acid	60	73	87	130	
								54.00	A	Phenol	94	66	65	94	
								55.07		Octanoic acid	60	73	101	144	
								60.00	B	Caprolactam	55	56	113	113	
								62.20	C	Dimethyl phthalate	163	77	194	194	
								76.00		Hexadecanoic acid	43	73	60	256	
								83.45	D	Dibutyl phthalate	149	205	223	278	

同じ試薬

同じ試薬

- E Methyl acetate
- B Ethanol
- C Camphor
- D Menthol
- E 2-(2-Ethoxyethoxy)ethanol
- E 2-Ethoxyethanol

* 太枠内はピークが重なっているもの
 ◎は分解しやすい物質

異性体ピークがあるので、ピークは数は77となっている。

表2 協力機関とサンプリング件数

機関名	サンプリング件数	研究協力者
岩手県環境保健研究センター	7	三浦 通利
仙台市衛生研究所	5	菅野 猛
福島県衛生研究所	10	片平 大造
新潟県保健環境科学研究所	6	酒井 洋
群馬県衛生環境研究所	8	山口 貴史
埼玉県衛生研究所	7	小川 政彦
千葉県衛生研究所	5	中山 和好
神奈川県衛生研究所	6	長谷川一夫
横浜市衛生研究所	10	北爪 稔
川崎市衛生研究所	5	小川 時彦
山梨県衛生公害研究所	9	小林 浩
石川県保健環境センター	3	澤田 道和
愛知県衛生研究所	10	近藤 文雄
滋賀県立衛生環境センター	4	小林 博美
大阪市立環境科学研究所	10	古市 裕子
兵庫県立健康環境科学研究所	5	荒木 万嘉
神戸市環境保健研究所	8	八木 正博
姫路市環境衛生研究所	10	谷口 秀子
山口県環境保健研究センター	10	立野 幸治
高知県衛生研究所	10	川田 常人
福岡県保健環境研究所	7	中村 又善
福岡市保健環境研究所	7	山崎 誠
北九州市環境科学研究所	9	大和 康博
熊本市環境総合研究所	7	菅本 康博
沖縄県衛生環境研究所	10	平良 淳誠
合 計	188	

表3 室内空気中の測定対象化学物質

AROMATIC HYDROCARBONS						
物質			ISO	EC	72	測定対象
物質名	CAS No.					
1	Benzene	71-43-2	○	○	○	○
2	Toluene	108-88-3	○	○	○	○
3	Ethylbenzene	100-41-4	○	○		○
4	m/p-Xylene	108-38-3/106-42-3	○	○	○	○
5	o-Xylene	95-47-6	○	○	○	○
6	Isopropylbenzene	98-82-8	○			○
7	1-Propenylbenzene	637-50-3	○			○
8	n-Propylbenzene	103-65-1	○	○	○	○
9	1,2,4-Trimethylbenzene	95-63-6	○	○	○	○
10	1,3,5-Trimethylbenzene	108-67-8	○	○	○	○
11	1,2,3-Trimethylbenzene	526-73-8	○		○	○
12	1,2,4,5-Tetramethylbenzene	95-93-2	○		○	○
13	1-Methyl-2-propylbenzene	1074-17-5	○			○
14	1-Methyl-3-propylbenzene	1074-43-7	○			○
15	n-Butylbenzene	104-51-8	○			○
16	1,3-Diisopropyl benzene	99-62-7	○			○
17	1,4-Diisopropyl benzene	100-18-5	○			○
18	2-Phenyl octane	777-22-0	○			○
19	5-Phenyl decane	4537-11-5	○			○
20	5-Phenyl undecane	4537-15-9	○			○
21	Ethynylbenzene	536-74-3	○			○
22	o-Methylstyrene	611-15-4	○			○
23	m/p-Methylstyrene	100-80-1/622-97-9	○			○
24	a-Methylstyrene	98-83-9	○			○
25	2-Ethyltoluene	611-14-3	○	○	○	○
26	Styrene	100-42-5	○	○	○	○
27	Naphthalene	91-20-3	○	○	○	○
28	4-Phenylcyclohexene	31017-40-0	○	○	○	○

ALIPHATIC HYDROCARBONS						
物質			ISO	EC	72	測定対象
物質名	CAS No.					
1	n-Hexane	110-54-3	○	○	○	○
2	2-Methylhexane	591-76-4	○			○
3	3-Methylhexane	589-34-4	○			○
4	n-Heptane	142-82-5	○	○	○	○
5	n-Octane	111-65-9	○	○	○	○
6	n-Nonane	111-84-2	○	○	○	○
7	2-Methyloctane	3221-61-2	○			○
8	3-Methyloctane	2216-33-3	○			○
9	2-Methylnonane	871-83-0	○			○
10	3,5-Dimethyloctane	15869-93-9	○			○
11	n-Decane	124-18-5	○	○	○	○
12	2,4,6-Trimethyloctane	62016-37-9	○			○
13	4-Methyldecane	2847-72-5	○			○
14	n-Undecane	1120-21-4	○		○	○
15	Isododecane	31807-55-3	○			○
16	4,5-Diethylnonane		○			○
17	2,2,4,6,6-Pentamethylheptane	30586-18-6	○			○
18	n-Dodecane	112-40-3	○		○	○
19	n-Tridecane	629-50-5	○	○	○	○
20	n-Tetradecane	64036-86-3	○	○	○	○
21	n-Pentadecane	629-62-9	○	○	○	○
22	n-Hexadecane	544-76-3	○	○	○	○
23	2-Methylpentane	107-83-5	○	○	○	○
24	3-Methylpentane	96-14-0	○	○	○	○
25	1-Octene	111-66-0	○	○	○	○
26	1-Decene	872-05-9	○	○	○	○

CYCLOALKANES

物質			ISO	EC	72	測定対象
物質名	CAS No.					
1	Methylcyclopentane	96-37-7	○	○	○	○
2	Cyclohexane	100-82-7	○	○	○	○
3	1,4-Dimethylcyclohexane	70688-47-0	○			○
4	1-Methyl-4-methylethylcyclohexane (cis/trans)	6069-98-3/1678-82-6	○			○
5	Methylcyclohexane	108-87-2	○	○	○	○

TERPENES

物質			ISO	EC	72	測定対象
物質名	CAS No.					
1	3-Carene	13466-78-9	○	○	○	○
2	α -Pinene	80-56-8	○	○	○	○
3	Camphene	79-92-5	○			○
4	β -Pinene	181172-67-3	○	○	○	○
5	Longifolene	475-20-7	○			○
6	α -Cedrene	469-61-4	○			○
7	Turpentine	9005-90-7	○			○
8	Caryophyllene	87-44-5	○			○
9	Limonene	138-86-3	○	○	○	○

ALCOHOLS

物質			ISO	EC	72	測定対象
物質名	CAS No.					
1	1-Propanol	71-23-8	○			○
2	2-Propanol	67-63-0	○	○	○	○
3	2-Methyl-2-propanol	75-65-0	○			○
4	2-Methyl-1-butanol	78-83-1	○			○
5	1-Butanol	71-36-3	○	○	○	○
6	1-Pentanol	71-41-0	○			○
7	1-Hexanol	111-27-3	○			○
8	Cyclohexanol	108-93-0	○			○
9	1-Octanol	111-87-5	○			○
10	2-Ethyl-1-hexanol	104-76-7	○	○	○	○
11	Phenol	108-95-2	○			○
12	Texanol	025265-77-4	○			○
13	BHT(2,6-di-tert-butyl-4-methylphenol)	128-37-0	○			○
14	Methyl-t-butylether	1634-04-4			○	○

GLYCOLS/GLYCOLETHERS

物質			ISO	EC	72	測定対象
物質名	CAS No.					
1	Propylene glycol	57-55-6	○			○
2	Dimethoxymethane	109-87-5	○			○
3	Dimethoxyethane	110-71-4	○			○
4	Diethylenglycol-n-monobutyl-ether;2-(2butoxyethoxy)-ethanol	112-34-5	○			○
5	2-Methoxyethanol	109-86-4	○	○	○	○
6	2-Ethoxyethanol	110-80-5	○	○	○	○
7	2-Butoxyethanol	111-76-2	○	○	○	○
8	1-Methoxy-2-propanol	107-98-2	○	○	○	○
9	2-Butoxyethoxyethanol	112-34-5	○	○	○	○

ALDEHYDES

物質		CAS No.	ISO	EC	72	測定対象
物質名						
1	Acetaldehyde	75-07-0	○			
2	Propanal	123-38-6	○			
3	Butanal	123-72-8	○	○		
4	Pentanal	110-62-3	○	○		
5	Hexanal	66-25-1	○	○		
6	Heptanal	111-71-7	○			
7	2-Ethyl-hexanal	123-05-7	○			
8	Decanal	112-31-2	○			
9	2-Pentenal	1576-87-0	○			
10	2-Heptenal(cis/trans)	57266-861-/18829-55-5	○			
11	2-Nonenal	2463-53-8	○			
12	2-Decenal	2497-25-8	○			
13	2-Undecenal	2463-77-6	○			
14	Octanal	124-13-0	○			
15	2-Butenal	123-73-9	○			
16	2-Furancarboxaldehyde	98-01-1	○			
17	Nonanal	124-19-6	○	○		
18	Benzaldehyde	100-52-7	○	○		

KETONES

物質		CAS No.	ISO	EC	72	測定対象
物質名						
1	Acetone	67-64-1	○		○	○
2	2-Butanone	78-93-3	○			○
3	3-Methyl-2-butanone	563-80-4	○			○
4	4-methyl-2-pentanone	108-10-1	○			○
5	Cyclopentanone	120-92-3	○			○
6	2-Methylcyclohexanone	583-60-8	○			○
7	Methylethylketone	78-93-3	○	○	○	○
9	Methylisobutylketone	108-10-1	○	○	○	○
10	2-Methylcyclopentanone	1120-72-5	○			○
11	Cyclohexanone	108-94-1	○	○	○	○
12	Acetophenone	98-86-2	○	○	○	○

HALOCARBONS

物質		CAS No.	ISO	EC	72	測定対象
物質名						
1	Dichloromethane	75-09-2	○		○	○
2	Carbon tetrachloride	56-23-5	○		○	○
3	1,2-Dichloroethane	107-06-2	○		○	○
4	Trichloroethene	79-01-6	○	○	○	○
5	Tetrachloroethene	127-18-4	○	○	○	○
6	1,1,1-Trichloroethane	71-55-6	○	○	○	○
7	1,4-Dichlorobenzene	106-46-7	○	○	○	○
8	1,2-Dichloropropane	78-87-5			○	○
9	Chlorodibromomethane	124-48-1			○	○
10	Chloroform	67-66-3			○	○

ACIDS

物質		CAS No.	ISO	EC	72	測定対象
物質名						
1	Acetic acid	64-19-7	○			
2	Propanoic acid	79-09-4	○			
3	Isobutyric acid	79-31-2	○			
4	Butyric acid	107-92-6	○			
5	2,2-Dimethylpropanoic acid	75-98-9	○			
6	Pentanoic acid	109-52-4	○			
7	Heptanoic acid	142-62-1	○			
8	Octanoic acid	124-07-2	○			
9	Hexadecanoic acid	57-10-3	○			
10	Hexanoic acid	142-62-1	○	○	○	