

図6 プロピオンアルデヒド及びアクロレイン濃度の散布図 (ug/m³)

図7 ヘキサアルデヒド及びバレルアルデヒド濃度の散布

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

国立医薬品食品衛生研究所 安藤正典

室内空気中化学物質およびTVOCの測定方法の確立に関する研究

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 室内の化学物質の総合的評価指標として総揮発性有機化合物（TVOC）の測定方法の確立を行い、次のような基本的概念を設定した。

1) TVOC 測定方法は、溶媒抽出法および加熱脱離法によって測定し、その合計量とする。

2) 以下の原則を踏まえて、TVOC の対象化学物質は 55～66 種の化合物とする。

- ・エタノールは含めない。
- ・アルデヒド類は別に測定し、TVOC には加えない。
- ・分析化学上問題となる化合物は含めない。
- ・現段階で室内空気中の検出頻度が少ない化合物は含めない。

上記の条件を満足する化学物質として ISO が示した 158 種の化学物質のうち、55～66 化学物質を測定することによって室内空気中 TVOC を表現できる。

3) 加熱脱離法においては、GC/MS 法における TIC によるピークの合計量をトルエンにおける値で換算しても十分同程度の値を得ることができる。

4) 溶媒抽出法における TIC による測定は、溶媒の影響が十分排除できる場合には TIC による想定できるものとする。

1. はじめに

室内の化学物質をトータル（総揮発性有機化合物：TVOC）として評価することを厚生労働省では2001年に指針値とする案を示してきた。しかしながら、TVOCについては、各国ともその定義が定まっておらず、またその測定方法も確立されていない。このことから、我々はTVOCの考え方を確定するための全国調査を実施することによって揮発性有機化合物およびアルデヒドの存在状況を把握すると共に、TVOCやアルデヒドの測定方法の確立を行った。

2. TVOCの考え方

TVOC の定義については種々の指標化の提案があるものの、未だ統一されていない。今までに報告されている主な TVOC の考え方や定義は、以下のようである。

European Collaborative Actionワーキンググループ13（ECA-WG13）は、TVOCのガイダンスを作成している。WHO Air quality guidelines for Europe（WHO欧州地域専門家委員会）では、ECA-WG13が検討したTVOCに関して、TVOC値の設定あるいは刺激性やその他の健康との関連性を明らかにすることは緊急課題であるとした。しかしなが

ら、現段階では対象化合物や存在量についての評価が異なることから測定方法が統一されていないため、いくつかの報告におけるTVOC値をそのまま比較することはできていないとした。

一方、我が国では、室内空気中の百種以上に及ぶ微量の揮発性有機化合物の総合的な指標としてTVOCの概念を導入することは、快適で健康的な室内環境の実現のため適当であると結論した。また、別の検討において「化学物質過敏症については、その存在を否定することはできないので、当面は室内空気環境中の化学物質を可能な限り低減化するための措置を検討しつつ、今後の研究の進展を待つことが適当である。」としたが、VOC発生による汚染、拡散や換気等の健康影響を低減させるための補完的措置の一つとして「TVOCは有効に利用できる可能性がある」とした。したがって、TVOCの（ガイドライン）値は毒性学的な考慮を基にしたものではなく、現在の知見や経験あるいは我が国の実態を踏まえて考慮して濃度レベルを設定することが妥当と考える結論した。このことからTVOCは、“快適で、健康的な環境のための室内空気中揮発性有機化合物の汚れの指標である”と言えるものと考えられる。

また、TVOC値の定義は、現段階ではガスクロ

マトグラフ技術によって分離・定量された個々のVOCの合計量とすることが適当である。しかし、TVOCの設定に当たっては、国内ばかりでなく国際的な影響も起こりうるので、世界の情勢を踏まえてハーモナイズ化に考慮しつつ、簡便の方法の検討を行う必要があることとした。

3. TVOCの測定方法

3.1. 提案されているTVOCの測定方法

TVOCの測定方法についてはいくつかの研究者によって提案されているが、それらの共通するものは、室内空気中の微量で複合的な揮発性化学物質をガスクロマトグラフ技術によって分離・定量された個々のVOCの合計量であることである。すなわち、TVOCは化学物質の絶対量を測定するもの

ではなく、相対的な量の指標である。今までに提案されてきた測定指標には以下のようなものがある。

その代表的な例は表1のようである。Seifert¹は、捕集方法や分析方法を規定していないものの、対象化合物について分離同定した物質の総和で表すことを提案した。一方、カナダのTechnical Guideでは捕集-脱離、加熱脱離、測定それぞれの方法を規定して、トルエン換算値として表すことを提案しているが、対象化合物の範囲については言及していない。ECA19では捕集方法を規定しているものの、分析方法は規定せずに、対象化合物の範囲及び換算法を提示した。その他の提案では捕集方法並びに測定方法の規程及び対象化合物に関する規程を示している。

表1 提案されているTVOCの測定方法

提案者名	定義
Molhave et al.,1986	<ul style="list-style-type: none"> ◎非工業的室内空気中化学物質の中でsick building syndromeの原因として考えられる揮発性有機化合物の総称 ◎22揮発性化学物質を主体とする混合物 ◎ガスクロマトグラフによって分離測定されたVOCのうちの22種及び未確認物質ピークのトルエン換算レスポンスの総量
Lebret et al.,1986 Lraise et al.,1987	◎個々の多数のVOCの合計量として表す。
Knoppel et al.,1989	◎全てのVOCを1つの化合物の量として表す。
Molhave,1996	<ul style="list-style-type: none"> ◎サンプリングにはTenaxGCまたはTenaxTAを用いる。 ◎non-polarGCカラム (column polarity index <10): トルエン0.5$\mu\text{g}/\text{m}^3$, 2-ブトキシエタノール1$\mu\text{g}/\text{m}^3$以下の濃度 $3/N > 5$ であること。 ◎対象化合物は、ガスクロマトグラフ上でn-ヘキサンからn-ヘキサデカンまでに認められた化合物とする。 ピーク高の高い10ピークと、関心が持たれる汚染化合物等の特異的な化合物の合計量 (mg/m^3) を求める (<i>Sid</i>)。 特異的な化合物のリストはECA-WG13 1996を参照する。 ◎未同定化合物はトルエン換算 (mg/m^3) する (<i>Sun</i>)。 ◎<i>Sid</i>が<i>Sun</i>の3倍を越えない場合は、得られた値は有効。 ◎<i>Sid</i>と<i>Sun</i>の合計をTVOC濃度またはTVOC値とする。 ◎GC/MSが最も有効であるが、測定条件が満たされる方法でも良い。
Molhave	<ul style="list-style-type: none"> ◎アルカン、芳香族炭化水素、テルペン、ハロカーボン、エステル、カルボニル化合物及びその他の揮発性化合物類の合計量 ◎カルボニル化合物類ではホルムアルデヒドを含まない。 ◎個々の化合物類は、存在量が多い10化合物の合計とする。

	<p>◎化合物の濃度はTVOCの10%, $30\mu\text{g}/\text{m}^3$を越えないこと。</p> <p>◎化合物類の濃度は、それぞれの化合物類の値の50%値すなわちアルカン類$50\mu\text{g}/\text{m}^3$, 芳香族炭化水素類$25\mu\text{g}/\text{m}^3$, テルペン類$15\mu\text{g}/\text{m}^3$, ハロカーボン類$13\mu\text{g}/\text{m}^3$, エステル類$10\mu\text{g}/\text{m}^3$, アルデヒド及びケトン類$10\mu\text{g}/\text{m}^3$, 及びその他$25\mu\text{g}/\text{m}^3$を越えないこと。</p>
--	---

上記の4または5つの測定方法に従った定義の他、WHOでは沸点から以下の類別を挙げている。

VVOC : very volatile	0 ~ 50-100°C
VOC : volatile	50-100 ~ 240-260°C
SVOC : semi volatile	240-260 ~ 380-400°C
POM : particulate	<380°C

ただし、TVOCが提案された時期は、未だ質量分析器が普及しておらず、検出器がFIDであったことを留意しておかなければならない。とくにヨーロッパを中心とした国々では、未だに検出器としてFIDが用いられており、このことが化学物質の特定や個々の化学物質の合計量で表すことができない状況であり、いわば便宜的な方法として提案されたものである。

3. 2. 検討すべき課題

以上のことから、TVOCを測定するには、図1のように1)捕集方法、2)GCへの導入方法、3)GCの分離条件、4)対象化合物、5)計算方法の5段階のそれぞれで種々の方法が考えられる。

第1段階の捕集方法および脱離方法の段階においては、厚生労働省が平成12年に室内空气中化学物質のトルエン、キシレン等の測定方法として加熱脱離法、溶媒抽出法及びキャニスター法の3

法を提示した。これらの方法は、我が国において既に多くの機関で利用されており、実績を有することから何れもほぼ有効に利用できるものと考えられるが、これらの方法が同等の捕集効率である保証はなく、それぞれの特性を有することが予想される。

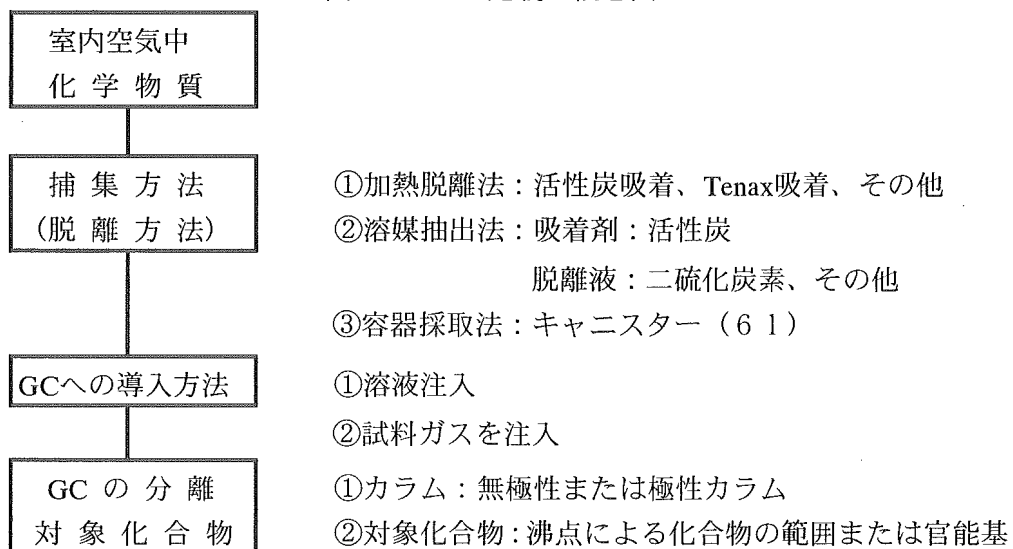
第2段階であるGCへの試料導入法には溶媒あるいは試料ガスを直接導入する方法があるが、溶媒抽出法では試料導入量は少なく、したがって感度が低くなることが予想される。

第3段階の化合物の分離は分離カラムに左右されるが、無極性カラムを用いれば沸点による化学物質の対象範囲(n-ヘキサン~ヘキサデカン)となる。一方、極性カラムを用いれば官能基に左右され、対象化合物は異なることになる。

第4段階の計算方法では、同定された化学物質の合計とするかあるいは不明のピークの化合物でもトルエンまたはn-ヘキサンとして換算する方法である。しかしこの段階は、GCの検出器によって大きく異なることが予想されるので、多くの空気環境で検証が必要である。

このように、TVOCは現段階では定義が定まっていなかった。そこで、本研究では、全国実態調査を実施する中でTVOCの定義の設定を行った。

図1 TVOC定義の概念図



による化合物の範囲

- ①同定化合物の合計
- ②トルエン換算
- ③n-ヘキサン換算

4. TVOC 測定方法の課題の整理

4. 1. 検討すべき対象化学物質

室内空气中に存在する可能性のある化学物質は多岐にわたる。これら化学物質のうちどのような化学物質を選定して測定すれば、室内空气中の総揮発性化学物質の総合の指標になり得るかについて検討しておかなければならない。このため、TVOC の選択についての検討として、表 2 に示すように EC が既に室内空气中化学物質のモニタリングとして挙げている 61 化学物質、別に既存の文献から選定した化学物質を基に我々が平成 12 年に全国調査を実施した際選定した 68 化学物質、ISO が室内に存在する可能性のある化学物質として選定した 163 物質および文献上で存在が確認されている 22 化学物質の合計 180 化学物質となった。今回の研究は、我が国における TVOC の定義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、全化学物質を測定対象として考慮することとした。

4. 2. 標準溶液の安定性

TVOC の測定は、多成分一斉分析法であることから、標準溶液の取り扱いについていくつかの検討が必要である。その第 1 には、標準溶液中の化学物質同士の反応性によると考えられる濃度の低下や増加が大きく関与すると考えられること、第 2 には標準物質の入手の可能性についてである。まず、化学物質同士の反応性を検討するにあたり、単独化学物質における経時的安定性を検討したところ、安定性に欠けると考えられるアルデヒド類でも大きな変化はみられなかった。つぎに、TVOC の測定は多成分の一斉分析法でしかも測定は困難と考えられることから、一斉分析に用いる混合標準溶液の作成を試みた。その結果、図 2 に示すように、標準物質が減少したり、増加したものが見られた。これらの事実より、混合標準溶液として用いることが不可能な化学物質として、脂肪酸類 10 種および反応性の高いアルデヒド類 18 種は化学物質自身の不安定性のため濃度が低下

あるいは増加するものあるいはその可能性が高いものであった。

4. 3. 加熱脱離法と溶媒抽出法による個々の化学物質の分離能

63 家屋の同一室内空気に対して Carbon pack B と Carboxen 1000 の捕集管による加熱脱離法と ORBO91L の捕集管による溶媒抽出法で用いる吸着剤で採取し、測定した。その結果、表 3 に示すように、加熱脱離法での無極性カラムである DB-1 系カラムでは 15 化学物質が溶媒ピークと重なったり、モニタリングイオンが重複したり、感度が不足したなどによって測定できなかった。WAX 系のカラムでは 14 化学物質が溶媒、他の化学物質などとの重なりやモニタリングイオンが重複して測定できなかった。なお、溶媒抽出法は加熱脱離法に比べて、ガスクロマトグラフへの注入量が少ないことからその感度は 1/200 であった。

一方、溶媒抽出法と加熱脱離法とでの化学物質の測定の可否は、溶媒による化学物質との重なりが考えられる。無極性カラムを用いた場合、加熱脱離法では溶媒の影響がみられなかった。これに対して、溶媒抽出法では、使用する二硫化炭素溶媒が直接的に影響することがみられ、脂肪族炭化水素類である 2-Methylpentane, 3-Methylpentane, 2,4-Dimethylpentane, 2,2,4-trimethylpentane などがカラムの劣化などによるテーリングによって測定が困難な状況が発生した。また、極性カラムでは、極性カラムで分離が不十分であった化学物質の他に、n-Hexane, 2-Methylhexane, 3-Methyl-hexane 等も影響することが認められた。

4. 4. 検出頻度が少ない化学物質

加熱脱離法と溶媒抽出法による室内化学物質の測定値の比較を行った結果、加熱脱離法においては、不検出あるいは検出率が低い化学物質は、表 4 に示すように、11 化学物質が不検出、14 化学物質が 1 家屋のみ、4 化学物質が 2 家屋のみ、2 化学物質が 3 家屋、2 化学物質が 4 家屋、

Menthol が 6 家屋で、33 化学物質が測定家屋の 1 割以下でしか検出されなかった。また、対象家屋のうち 2 割以下の家屋でしか検出されなかった化学物質は、12 化学物質であった。また、全家屋のうち 5 割で検出された化学物質は、60 化学物質に及んだ。

一方、溶媒抽出法では、定量下限値が加熱脱離法に比較して 1/200 程度であることから、測定された化学物質は加熱脱離法に比べて少ない結果であった。不検出とされた化学物質は表 5 のように 6 化学物質であった。1 割以下の家屋しか検出されなかったものは 20 化学物質、2 割以下の化学物質は 11 であった。また、5 割以上の家屋で検出された化学物質は、42 化学物質であった。

4. 5. 加熱脱離法と溶媒抽出法で異なる値を示す化学物質

溶媒抽出法及び加熱脱離法における TVOC は、以下の結果を示した。

- 1) 溶媒抽出法ではエタノールおよびテルペン類は加熱脱離法に比較して低い値を示した。
- 2) しかし、溶媒抽出法と加熱脱離法とでの測定結果は、エタノールとテルペン類を除いて、測定値の整合性は極めて高い値であった。
- 3) エタノールおよびテルペン類は、家屋によって極めて偏りが生じた。
- 4) 溶媒抽出法におけるエタノールおよびテルペン類の測定値が低いことは、捕集剤を変えることで解決が可能である。
- 5) しかし、エタノールは、我が国では高温多湿などの理由から使用頻度が高く、TVOC の定義から外すことが妥当である。
- 6) 我が国における室内居住環境における TVOC の中央値、幾何平均値は、124 対象化合物で 294, 293 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、エタノールを除いて 255, 246 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、55 化学物質で 225, 212 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。

4. 6. TVOC の対象化学物質

ISO/DIS が室内空气中に確認される可能性のある化学物質 163 種以上について、検討した。

標準溶液として用いることが不可能な化学物質として、脂肪酸類 10 種および反応性の高いアルデヒド類 18 種は化学物質自身の不安定性のため濃度が低下あるいは増加するものあるいはそ

の可能性が高いものであったことから、室内空气中での存在量が多いアルデヒド類については、アルデヒド類として単独に捕集方法ならびに分析方法を規定し、測定を実施することとした。また、酸類については、室内空气中での存在量は酢酸、プロピオン酸を除いては少ないことおよび標準物質の安定性を損なう恐れが大きいことから、対象物質から削除することとし、別に測定することとした。これらの結果より、163 化学物質から 28 種、標準物質の純度あるいは異性体等の問題からまず 124 化学物質を選定した。これらの化学物質についてキャピラリーカラムの分離能、溶媒による妨害、モニターイオンの重なりを検討したところ、精度良く測定するにはカラムによる測定が困難であった。

また、124 化学物質における全国の居住環境での測定結果では、検出率が 10%程度および中央値が 0.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下の化学物質を抽出したところ、56 化学物質が存在量および濃度が少ないことがみられた。しかも、これら存在量の少ない化学物質はこの条件での測定が困難な化学物質と重複していることがみられた。

これらの事実から、溶媒抽出法ならびに加熱脱離法による TVOC 測定には、現在の段階では、表 6 に示すように芳香族炭化水素類、脂肪族炭化水素類、テルペン類、ハロゲン化炭化水素類等を中心とした 55 化学物質を標準化学物質として、選定して測定することによって、我が国における TVOC 指標として十分であることが認められた。また、TVOC 値には影響はほとんど影響ないものと考えられるが、ガスクロマトグラフの分離条件が良好な場合には、上記化学物質の他に存在濃度は低いものの存在頻度が 10%以上の 11 化学物質を加えた 66 化学物質を選定することも可能である。

4. 7. TVOC の測定値の比較

124 化学物質の TVOC 合計値と上記の 55 化学物質の TVOC 合計値では、表 7 に示すように、その差は極めて小さいことが認められた。このことから、TVOC 対象化学物質には比較的高頻度に存在する約 55 化学物質を標準物質として選定することが妥当であると考えられる。

また、加熱脱離法においては、TIC によるピークの合計量をトルエンにおける値で換算しても

十分同程度の値を得ることができた。さらに、溶媒抽出法における TIC による測定は、溶媒の影響が十分排除できる場合には TIC による法も有効であった。

5. TVOC 測定方法設定の考え方

3. 2. の図 1 に示した課題について検討したところ、以下のような結果が得られたと考える。

まず、捕集方法の課題では、①および②が本研究の主要な課題であり、測定値に差があるか否かが極めて重要な問題である。そこで、統計的な評価を実施した結果、Carbopack B と Carboxen 1000 による捕集と、ORBO91L による捕集とでは、芳香族炭化水素、脂肪族炭化水素などほとんどの化学物質で差異を認めなかった。しかしながら、テルペン類において ORBO91L 捕集剤で捕集効率が低いことが明らかとなった。従って、来年度検討する室内空气中に多く存在するテルペン類の捕集効率が低い ORBO101 を連結することで、この問題は解消できるものと考えられる。また、③のキャニスター法は、既に他の研究で充分耐えることを証明されている。

ガスクロマトグラフへの導入方法の違いには、感度と精度の 2 つの課題がある。感度の問題については、①の加熱脱離法ではサンプリングした空気の全量が注入されることになるので、0.01L で 24 時間吸引した場合、14.4L 採取したこととなる。しかしながら、全量を注入すると機械を傷めることになるため、全量の 5～10% を注入した。これに対して、②の溶媒抽出法では 0.1L で 24 時間採取であるので 144L を採取したこととなる。しかしながら、二硫化炭素溶媒 2ml での抽出によって 1 μ l をガスクロマトグラフに注入（スプリット比 1:10, 1:20）することから、0.072l を注入したこととなる。また、③のキャニスター法では 6l を Entech7000 装置で前処理すると 400ml（売価圧の場合、試料量としては 200ml）注入されることとなる。また、①および③は自動注入であり、操作中の汚染も少ないと考えられた。これらのことより、①の方法に比較して②の方法は 1/200 の感度しか得られないことになる。

精度においては、加熱脱離法は採取した試料は一度しか測定できず、再確認することは不可能であり、近年の精度管理や制度保証を求める ISO17025 や GLP には到底対応できない。これに

対して、溶媒抽出法は、繰り返し測定が可能であり、精度管理およびその保証に充分耐えることができる。

ガスクロマトグラフでの分離においては、①では溶媒を含んでいないため極めて良好な分離が得られる。これに対して、②では溶媒の影響がみられ、低沸点領域の化学物質での測定が困難となる。事実、ヘキサンやその他の脂肪族炭化水素やジクロロメタンなどの測定が不可能となっている。

対象化合物での課題は、二硫化炭素による影響のため、低沸点化合物が測定対象から除かれる。

結果の表示においては、TVOC の定義に伴う計算方法によることとなる。ヨーロッパを中心として提案されている TVOC の概念は、加熱脱離/GC/FID 法を主体とするもので、検出・確認段階が FID によるため、化学物質の同定ができない。このことから、ガスクロマトグラフの保持時間に 20 数種の相当する化学物質を仮定の基に定量化しているにすぎない。したがって、ガスクロマトグラフ・質量分析器が普及していない状況における便宜的計算方法としてのトルエン等への換算手法は、我が国ではその必要性はなく、同定化合物の合計量の考え方が妥当であるものと考えられる。

以上のことより、加熱脱離法が有効な方法と考えられると共に、溶媒抽出法も充分使用に耐え得るものであると考える。

5. 3. TVOC の測定方法の提案

以上のことから、我が国における TVOC 測定方法は現在の段階で以下の方法とすることが妥当であると考えられる。

- 1) TVOC 測定方法は、溶媒抽出法および加熱脱離法によって測定し、その合計量とする。
- 2) 以下の原則を踏まえて、TVOC の対象化学物質は表 6 を原則とする。
 - ・エタノールは含まない。
 - ・アルデヒド類は含めず、別に測定する。
 - ・分析化学上問題となる化合物は含めない。
 - ・現段階で室内空气中の検出頻度が少ない化合物は含めない。
- 3) 加熱脱離法においては、TIC によるピークの合計量をトルエンにおける値で換算しても十分同程度の値を得ることができる。

4) 溶媒抽出法における TIC による測定は、溶媒の影響が十分排除できる場合には TIC による想定できるものとする。

6. 参考文献

*1) Seifert, B. 1990. Regulating indoor air. Anonymous.
In.: Indoor Air '90, (ed). D. Walkingshaw,
Toronto, pp.35-49.

表2 室内空气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-methylethylethylcyclohexane (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/GLYCOLETERS

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	○	○	○	

ESTERS

物質		CAS No.	ISO	EC	72	測定対象
物質名						
1	vinylacetate	108-05-4	○			○
2	Butylformate	592-84-7	○			○
3	Isobutyl acetate	110-19-0	○			○
4	Ethylacetate	141-78-6	○	○	○	○
5	Propylacetate	109-60-4	○			○
6	Butylacetate	123-86-4	○	○	○	○
7	Isopropylacetate	108-21-4	○	○	○	○
8	2-Methoxyethylacetate	110-49-6	○			○
9	2-Ethoxyethylacetate	111-15-9	○	○	○	○
10	2-Ethylhexyl acetate	103-09-3	○			○
11	Linalool acetate	115-95-7	○			○
12	Methacrylic acid methyl ester	80-62-6	○			○
13	TXIB	6846-50-0	○	○	○	○

PHTHALATES

物質		CAS No.	ISO	EC	72	測定対象
物質名						
1	Dimethyl phthalate	131-11-3	○			○
2	Dibutyl phthalate	84-74-2	○			○
3	Alkyl phthalates		○			○

OTHER

物質		CAS No.	ISO	EC	72	測定対象
物質名						
1	1,4-Dioxane	123-91-1	○		○	○
2	n-Methyl-2-pyrrolidone	872-50-4	○			○
3	Caprolactam	105-60-2	○			○
4	Indene	95-13-6	○			○
5	2-Pentylfuran	3777-69-3	○	○	○	○
6	THF(Tetrahydrofuran)	109-99-9	○	○	○	○

図2 不安定な化学物質の例

メタノール混合溶液:57時間後の減衰

物質名	増減率%
1 2-Methylhexane	-0.36
2 3-Methylhexane	1.99
3 Acetaldehyde	6.95
4 Dimethoxymethane	39.92
5 1,4-Dimethylcyclohexane(C&T)	3.79
6 Propanal	-6.86
7 1,4-Dimethylcyclohexane(C&T ピーク2)	0.55
8 2-Methyloctane	-0.4
9 3-Methyloctane	3.15
10 Vinyl acetate	0.26
11 3,5-Dimethyloctane	1.41
12 2-Methyl-2-propanol	29.75
13 Dimethoxyethane	2.63
14 3-Methyl-2-butanone	-9.77
15 2-Methylnonane	1.99
16 Propyl acetate	1.34
17 trans-1-Methyl-4-isopropylcyclohexane	2.01
18 Methacrylic acid methyl ester	2.56
19 Isobutyl acetate	12.17
20 cis-1-Methyl-4-isopropylcyclohexane	-3.99
21 Butyl formate	0.77
22 2-Butenal	-50.62
23 1-Propanol	-0.74
24 2-Methyl-1-propanol	-1.31
25 2-Pentenal	-82.89
26 Isopropylbenzene(IS)	0
27 2-Ethyl-hexanal	-7.69
28 Heptanal	-4.94
29 Cyclopentanone	-42.64
30 2-Methyl-cyclopentanone	-6.82
31 1-Pentanol	-1.98
32 2-Methoxyethyl acetate	0.29
34 Octanal	34.77
35 1-Methyl-3-propylbenzene	-0.91
36 n-Butylbenzene	1.04
37 2-Methylcyclohexanone	-33.25
38 1-Propenylbenzene(C&T)	-0.29
39 α -Methylstyrene	2.31
40 trans-2-Heptanal	-51.28
41 1,3-Diisopropylbenzene	5
42 o-Methylstyrene	0.78
43 m-Methylstyrene	0.74
44 p-Methylstyrene	0.74
45 Ethynylbenzene	-5.13
46 1-Hexanol	6.27
47 2-Ethylhexyl acetate	-1.68
48 1,4-Diisopropylbenzene	5.64
49 1-Propenylbenzene(C&T ピーク2)	0.9
50 Cyclohexanol	-0.24
51 Indene	1.79
52 2-Furancarboxaldehyde	-39.22
53 Acetic acid	4.3
54 α -Cedrene	-2.11
55 Longifolene	0.65
56 Linalool acetate	0.14
57 1-Octanol	-2.53
58 Propanoic acid	2.09
59 Caryophyllene	-1.54
60 Isobutyric acid	-1.85
61 Propylene glycol	-1.06
62 Butyric acid	0.9
63 2-Undecenal	-82.15
64 Pentanoic acid	-2.3
65 Texanol(A)	-4.99
66 Texanol(B ピーク2)	-5.18
67 Heptanoic acid	0.65
68 Octanoic acid	-13.5
69 Dimethyl phthalate	-5.07
70 Dibutyl phthalate	-2.16

表3 溶媒抽出法と加熱脱離法におけるGC/MSの測定状況

No.	分 析 方 法 カラム	溶媒および 化合物との分離能		標準溶液 の安定性	実験調査検出率10%以 下
		J&WDB-1 60x0.25x1	INNOWAX 60x0.32x0.25 測定不可		
1	Benzene				
2	Toluene				
3	Ethylbenzene				
4	m&p-Xylene				
6	o-Xylene				
7	Isopropylbenzene				
8	1-Propenylbenzene(C&T)		23と重	○	○
10	n-Propylbenzene				
11	1,2,4-Trimethylbenzene	測定不可			
12	1,3,5-Trimethylbenzene				
13	1,2,3-Trimethylbenzene				
14	1,2,4,5-Tetramethylbenzene				
15	1-Methyl-3-propylbenzene				
16	n-Butylbenzene			○	○
17	1,3-Diisopropylbenzene			○	○
18	1,4-Diisopropylbenzene			○	○
19	Ethynylbenzene			○	○
20	o-Methylstyrene		22と重	○	○
21	m-Methylstyrene		21と重	○	○
22	p-Methylstyrene		9と重	○	○
23	α-Methylstyrene				
24	2-Ethyltoluene	溶媒と重			
25	Styrene				
26	Naphthalene	溶媒と重	溶媒と重		○
27	4-Phenylcyclohexene	溶媒と重	溶媒と重		
28	n-Hexane		溶媒と重		
29	2-Methylhexane		溶媒と重		
30	3-Methylhexane		溶媒と重		
31	n-Heptane		溶媒と重		
32	n-Octane				
33	n-Nonane				
34	2-Methyloctane				
35	3-Methyloctane				
36	2-Methylnonane				
37	3,3-Dimethyloctane				
38	n-Decane				
39	n-Undecane				
40	n-Dodecane				
41	n-Tridecane				
42	n-Tetradecane				
43	n-Pentadecane				
44	n-Hexadecane				
45	2-Methylpentane	溶媒と重	87と重		
46	3-Methylpentane	溶媒と重	溶媒と重		
47	1-Octene	溶媒と重	溶媒、28と重		○
48	1-Decene				
49	2,4-Dimethylpentane		溶媒、28と重		
50	2,4-Trimethylpentane		溶媒と重		
51	Methylcyclopentane	溶媒と重	溶媒と重		
52	Cyclohexane	溶媒と重	溶媒と重		
53	1,4-Dimethylcyclohexane (G&T)		54と重		
55	cis-1-Methyl-4-methylcyclohexane	標準液無			○
56	trans-1-Methyl-4-methylcyclohexane	測定不可			○
57	Methylcyclohexane		溶媒と重		
58	β-Carane				
59	α-Pinene				
60	(+/-)-Camphene		61と重		
62	β-Pinene				
63	Longifolene		64と重		
64	α-Cedrene		63と重		○
65	Carophyllene				○
66	Limonene				
67	Camphor				
69	Menthol				
71	1-Propanol	溶媒と重		○	
72	2-Propanol	溶媒と重	86と重	○	
73	2-Methyl-2-propanol	溶媒と重		○	
74	2-Methyl-1-propanol		溶媒と重		
75	1-Butanol				
76	1-Pentanol				
77	1-Hexanol			○	
78	Cyclohexanol		92と重	○	○
79	1-Octanol				
80	2-Ethyl-1-hexanol	測定不可	43と重		
81	Phenol				
82	Texanol		83と重		○
84	2,6-Di-t-butyl-4-methylphenol (BHT)				
85	Methyl-t-butylether	溶媒と重		○	
86	Ethanol	ヒーク無		○	
87	Propylene glycol	感度不足		○	○
88	Dimethoxymethane	溶媒と重	溶媒と重		
89	Dimethoxyethane				
90	2-Methoxyethanol	感度不足			○
91	2-Ethoxyethanol	感度不足			○
92	2-Butoxyethanol	測定不可	78と重		
93	1-Methoxy-2-propanol	測定不可			
94	2-Butoxyethoxyethanol	測定不可			○
95	2-(2-Ethoxyethoxy)ethanol	ヒーク無		○	○
96	Acetone	溶媒と重			
97	3-Methyl-2-butanone				
100	Methylcyclohexanone	測定不可	33と重		
101	Methylisobutylketone				
104	Acetophenone	測定不可			
105	Dichloromethane	溶媒測不可			
106	Carbon tetrachloride				○
107	1,2-Dichloroethane				
108	Trichloroethylene				
109	Tetrachloroethylene				
110	1,1,1-Trichloroethane				
111	1,4-Dichlorobenzene				
112	1,2-Dichloropropane			○	○
113	Chlorodibromomethane			○	○
114	Chloroform				
115	Methylacetate	ヒーク無			
116	Vinylacetate	測定不可			○
117	Butylformate	測定不可			
118	Isobutylacetate				
119	Ethylacetate		110と重		
120	Propylacetate				
121	Butylacetate				
122	Isopropylacetate	測定不可		○	○
123	2-Methoxyethylacetate			○	○
124	2-Ethoxyethylacetate	測定不可			
125	2-Ethylhexylacetate				○
126	Linololacetate				○
127	Methacrylic acid methyl ester	測定不可	91と重	○	
128	TXIB				
129	Dimethyl phthalate			○	○
130	Dibutyl phthalate				
131	1,4-Dioxane	測定不可		○	○
132	n-Methyl-2-pyrrolidone			○	○
133	Caprolactam				○
134	Indene				○
135	2-Pentylfuran	測定不可			
136	THF(Tetrahydrofuran)	測定不可			
137-155	アルキド類	アルキド類は別に測定	安定性無		
156-166	酸類	測定しない			
167-185	その他				

表4 加熱脱離法における不検出及び検出率の低い家屋の化学物質

不 検 出	1 家 屋	2 家 屋	3～6家屋
Ethynylbenzene	1-Propenylbenzene	1,3-Diisopropyl	3家屋
o-Methylstyrene	m-Methylstyrene	benzene	Isopropyl
p-Methylstyrene	4-Phenylcyclohexene	1,4-Diisopropyl	acetate
Cyclohexanol	1-Octene	benzene	2-Ethylhexyl
1-Octanol	cis&trans-1-Methyl-4-	2-(2-Ethoxy	acetate
Dimethoxyethane	methylethylcyclohexane	ethoxy)ethanol	
2-Methoxyethanol	Caryophyllene	Carbon	4家屋
2-Butylformate	Propylene glycol	tetrachloride	Texanol
2-Methoxyethylacetate	2-Butoxyethanol		Chlorodibromomethane
Linalolacetate	1,2-Dichloropropane		
m-Methyl-2-pyrrolidone	Dimethyl phthalate		6家屋
	1,4-Dioxane		Menthol
	Caprolactan		
	Indene		

表5 溶媒抽出法における不検出及び検出率の低い家屋の化学物質

不 検 出	1割以下の家屋	2割以下の家屋
2-Propanol	1-Propenylbenzene	4-Phenylcyclohexene
2-Methyl-2-Propanol	1,3-Diisopropylbenzen	1-Decene
Propylene glycol	1,4-Diisopropylbenzene	cis&trans-1-Methyl-4-
Dimethoxymethane	o-Methyl styrene	methylethylcyclohexane
Dimethoxyethane	m-Methyl styrene	2-Propanol
Ethanol	p-Methyl styrene	Cyclohexanol
	α -Methyl styrene	Isobutylacetate
	Caryophyllene	Isobutylacetate
	2-Methyl-2-propanol	Isopropylacetate
	1-Hexanol	2-Ethylhexylcetate
	Phenol	Dimethyl phthalate
	2,6-Di-t-butyl-4-methylphenol	n-Methyl-2-pyrrolidone
	Methyl-t-butyleter	
	Dimethoxymethane	
	2-Methoxyethanol	
	1,2-Dichloropropane	
	2-Methoxyethylacetate	
	2-Ethoxyethylacetate	
	Linaloolacetate	
	Methacrylic acid ester	
	1,4-Dioxane	

表6 TVOC対象化学物質

No.	化学物質	溶媒および 化合物との分離能		標準溶媒 の安定性	実態調査検出率10%以 下		溶媒抽出法の 中央値が 0.5ug/m3以下	測定対象 化学物質
		J&WDB-1 60x0.25x1	INNOWAX 60x0.32x0.25		溶媒抽出法	加熱脱離法		
1	Benzene		測定不可					○
2	Toluene							○
3	Ethylbenzene							○
4	m&p-Xylene							○
6	o-Xylene							○
7	Isopropylbenzene						○	
8	1-Propylbenzene(G&T)					○		
10	n-Propylbenzene							○
11	1,2,4-Trimethylbenzene		測定不可					○
12	1,3,5-Trimethylbenzene							○
13	1,2,3-Trimethylbenzene							○
14	1,2,4,5-Tetramethylbenzene							○
15	1-Methyl-3-propylbenzene							○
16	n-Butylbenzene							○
17	1,3-Diisopropylbenzene					○		○
18	1,4-Diisopropylbenzene					○		○
19	Ethylbenzene					○		○
20	o-Methylstyrene					○		○
21	m-Methylstyrene		22と重			○		○
22	p-Methylstyrene		21と重			○		○
23	α-Methylstyrene		9と重			○		○
24	2-Ethyltoluene		溶媒と重					○
25	Styrene							○
26	Naphthalene							○
27	4-Phenylcyclohexene		溶媒と重			○		○
28	n-Hexane		溶媒と重					○
29	2-Methylhexane		溶媒と重					○
30	3-Methylhexane		溶媒と重					○
31	n-Heptane							○
32	n-Octane							○
33	n-Nonane							○
34	2-Methyloctane							○
35	3-Methyloctane							○
36	2-Methylnonane							○
37	3,5-Dimethyloctane							○
38	n-Decane							○
39	n-Undecane							○
40	n-Dodecane							○
41	n-Tridecane							○
42	n-Tetradecane							○
43	n-Pentadecane							○
44	n-Hexadecane		87と重					○
45	2-Methylpentane		溶媒と重					○
46	3-Methylpentane		溶媒と重					○
47	1-Octene		溶媒と重			○		○
48	1-Decene		溶媒と重					○
49	2,4-Dimethylpentane		溶媒と重					○
50	2,2,4-Trimethylpentane		溶媒と重					○
51	Methylcyclopentane		溶媒と重					○
52	Cyclohexane		溶媒と重					○
53	1,4-Dimethylcyclohexane (C&T)		溶媒と重					○
55	cis-1-Methyl-4-methylcyclohexane		標準液無					△
56	trans-1-Methyl-4-methylcyclohexane		測定不可					○
57	Methylcyclohexane		溶媒と重					△
58	3-Carene							○
59	alpha-Pinene							○
60	(+/-)-Camphene		61と重					△
62	beta-Pinene							○
63	Longifolene		64と重			○		○
64	α-Cedrene		63と重			○		○
65	Caryophyllene							○
66	Limonene							○
67	Camphor							○
69	Menthol							○
71	1-Propanol		溶媒と重			○		○
72	2-Propanol		溶媒と重			○		○
73	2-Methyl-2-propanol		溶媒と重					○
74	2-Methyl-1-propanol		溶媒と重					○
75	1-Butanol							○
76	1-Pentanol							○
77	1-Hexanol							○
78	Cyclohexanol		92と重					○
79	1-Octanol							○
80	2-Ethyl-1-hexanol		43と重					△
81	Phenol		測定不可					
82	Texanol							
84	2,6-Di-t-butyl-4-methylphenol (BHT)							
85	Methyl-t-butylether		溶媒と重					
86	Ethanol		7-9無					
87	Propylene glycol		溶媒と重					
88	Dimethoxymethane		感度不足					
89	Dimethoxyethane		溶媒と重					
90	2-Methoxyethanol		感度不足					
91	2-Ethoxyethanol		感度不足					
92	2-Butoxyethanol		測定不可					△
93	1-Methoxy-2-propanol		測定不可					
94	2-Butoxyethoxyethanol		測定不可					
95	2-(2-Ethoxyethoxy)ethanol		7-9無					
96	Acetone		溶媒と重					○
97	3-Methyl-2-butanone							○
100	Methylcyclohexanone		測定不可					△
101	Methylisobutylketone							○
104	Acetophenone		測定不可					△
105	Dichloromethane		溶媒測不可					△
106	Carbon tetrachloride							○
107	1,2-Dichloroethane							○
108	Trichloroethylene							○
109	Tetrachloroethylene							○
110	1,1,1-Trichloroethane							○
111	1,4-Dichlorobenzene							○
112	1,2-Dichloropropane							○
113	Chlorodibromomethane							○
114	Chloroform							○
115	Methylacetate		7-9無					○
116	Vinylacetate		測定不可					△
117	Butylformate		測定不可					△
118	Isobutylacetate							○
119	Ethylacetate							△
120	Propylacetate		110と重					○
121	Butylacetate							○
122	Isopropylacetate		測定不可					○
123	2-Methoxyethylacetate							○
124	2-Ethoxyethylacetate		測定不可					○
125	2-Ethylhexylacetate							○
126	Linoleolacetate							○
127	Methacrylic acid methyl ester							○
128	TXIB		測定不可					△
129	Dimethyl phthalate							○
130	Dibutyl phthalate							○
131	1,4-Dioxane		測定不可					○
132	n-Methyl-2-pyrrolidone							○
133	Caprolactam							○
134	Indene							○
135	2-Pentylfuran		測定不可					○
136	THF(Tetrahydrofuran)		測定不可					○
137-155	アルデヒド類		アルデヒド類は別に測定					アルデヒド類は別に測定
156-166	酸類		測定しない					測定しない
167-185	その他							

表7 124及びび55化学物質のTVOC値の比較

	TVOC			TVOCイタノールを削除したもの			TVOC(55)		
	室内	室外	I/O比	室内	室外	I/O比	室内	室外	I/O比
n	185	185	—	185	185	—	185	185	—
平均値	537.872	60.874	8.836	473.467	60.203	7.864	417.388	50.603	8.248
中央値	294.164	45.827	6.419	255.467	42.835	5.964	225.531	34.530	6.531
幾何平均値	293.050	35.615	8.228	246.897	35.108	7.033	212.216	28.930	7.335
最大値	5491.408	788.371	6.966	5491.408	788.371	6.966	5253.618	770.501	6.818
最小値	14.594	1.038	14.059	14.594	1.038	14.059	14.296	0.000	#DIV/0!
10%値	123.732	8.249	15.000	83.040	8.249	10.067	71.675	6.245	11.477
90%値	1097.719	114.651	9.574	874.169	114.651	7.625	754.846	99.399	7.594

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

国立医薬品食品衛生研究所 安藤正典

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

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発ガン性、変異原性など生物活性を有する化学物質のリスクアセスメントを行った。

ベンゼンにおける WHO のユニットリスクを基にしたところ、喫煙しない場合は、平均値で 2×10^{-5} 、最高濃度で 5×10^{-5} もの高いリスクであることを示した。喫煙者の場合は 2.5×10^{-4} にもリスクが上昇することが推定された。非喫煙者家族のみ家屋に居住する場合は、大気由来も含めて 1×10^{-5} のリスクであると算出された。トルエンは、WHO におけるガイドラインに対して平均値で 0.4 倍、90%タイル値では 0.6 倍、最大濃度の家屋では 14 倍以上のリスクに相当することが認められた。キシレンにおける室内空気暴露によるリスクは 4%程度で、最大値のレベルの家屋では健康リスクの 80%に達することを認めた。スチレンの健康影響による最大濃度で室内空気に由来する健康影響はガイドライン値の 35%にも達した。これに対して、大気からのリスクは考慮する必要は少なかった。エチルベンゼンにおけるリスク評価は室内空気は数%程度の影響であることが示された。p-ジクロロベンゼンの室内空気による健康影響リスクはガイドラインの 40%ものリスクに達して、90%タイル値ではガイドラインの 70%以上のリスクであることが認められた。クロロホルムにおける発ガンリスクで、90%タイル濃度でも 6.3×10^{-7} 程度であった。四塩化炭素による健康影響は WHO のガイドラインの 10%以上を占めていた。また、最大濃度の暴露ではガイドラインの 7 倍の濃度であった。1,2-ジクロロエタンに WHO の発ガンユニットリスクから試算すると、大気に由来するリスクは最大濃度で 5×10^{-5} であり、その他の濃度では 10^{-7} 程度であった。トリクロロエチレンの発ガンユニットリスクは室内空气中で極端に高い濃度を示す 1%の集団（調査資料 2/200）で、 8×10^{-4} と極めて高い発ガンの確率であることを認めた。テトラクロロエチレンにおけるリスクは極めて小さいことが認められた。ホルムアルデヒドの健康影響リスクはガイドラインの 10%にも及んでいた。総暴露量では平均値あるいは中央値付近の濃度場暴露で健康リスクのガイドライン値の 3 倍にもなっていることが示された。アセトアルデヒドの発ガンリスクは平均値の濃度でも 2×10^{-5} であった。

A. 研究目的

我が国における居住環境における個々の化学物質の中には、発ガン性、変異原性など生物活性を有する化学物質が多く存在している。これら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、室内空気に係わる暴露による健康影響については、リスクの程度が明らかにされていない。室内空気に由来する化学物質に対する健康影響のリスクアセスメントが進展しないのは、その主な暴露源が居住環境という個人レベルの空間であること、発生源が特定され難いこと、個人によって暴露量が大きく異なること、疾病や健康影響などの人への反応に個人差が大きいこと、化学物質抑制策が多分野にわたりその効果を明確にしにくいことなど、多くの課題が障壁とな

っているためと考えられる。しかしながら、室内空気に由来すると考えられる疾病は既に社会的に認知され、疾病に苦しむ患者が多くいることは事実として捉えられている。このことから、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、他の省庁でもそれぞれの分野で室内空気への化学物質の放散を抑制させるための施策を打ち出している。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