

空気質を中心とした室内環境の改善に関する研究

Research on the Improvement of the Indoor Environment Mainly on Air Quality

ライフサイエンス専攻 9740448 鄭 境岩

1 緒言

室内環境整備、管理にかなりの影響力を及ぼしたと思われる法律、「ビルの環境衛生管理法」について詳細を知るため、郵便局舎を利用して、室内環境を測定した。しかし、この法律中にVOCsのような最近の室内の化学物質汚染問題については規定されていない。

化学物質汚染は発生原因の究明や、健康影響など未解決の問題が多く、これらの対策のための室内空気汚染物質の測定法の確立や実態の把握など多くの研究課題がある。室内空気環境改善のための基礎的手段として、測定法に関する多くの研究例が報告されているが、標準的な方法として広範に用いられているものはなく、ISOなどでVOCs、アルデヒド類などについてサンプリング手法や分析手法の規格化が進められている現状である。

本研究では、居住用住宅でどのようなVOCsが存在しているかを詳細に把握する方法として、キャニスターによる空気試料採取、液体窒素による濃縮及びガスクロマトグラフ質量分析計による方法を基本として実際の調査に必要な測定手法の検討を行った。このため、標準試料ガスを用いる実験室的検討及びいくつかの住宅について実測調査を行った。

2 実験装置及び試料ガス

2.1 試料ガス

ブランクテスト用ゼロガス：大陽東洋炭素（株）製高純度ガス（99.9999%）

定量用標準ガス：TO-14用に市販されている0.1ppmサンプル標準ガス（NIST TO-14 対応スタンダードガス 39成分；大陽東洋炭素（株）製）

2.2 実験装置

キャニスターは球形ステンレス製で、内面を溶融シリカでコーティング処理したもの（Restek製：SilicoCan）、6L。

キャニスター中の試料は濃縮導入装置（Entech7000）を用いて、ガスクロマトグラフ質量分析計（GC部 HP6890；MSD部 HP5792；HP社製；以下GC-MS）に導入し、分析を行った。Photo1に示す。

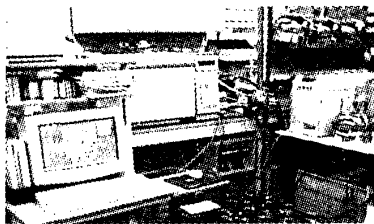


Photo1 分析に用いたGCMSシステム

2.3 測定条件の検討

2.3.1 方法

クリーニングした真空キャニスターにゼロガスと2気圧5ppb定量用希釈標準ガスを調製し、各400mlずつGC-MSに吸引し分析に用い、ブランク試料中のBTX濃度を調べた。また、キャニスターを三個用い、次の条件で、それぞれ同時に分析した。(1)真空状態から常圧まで試料を調製し、200mlに分析に使用した。(2)定量用標準ガスの調製法と同じ方法で調製した2気圧試料を常圧まで放出し、これにゼロガスを圧入（2倍希釈）してから400mlを分析に用いた。(3)加湿純ガスで加压（2気圧）してから200mlを分析した。

2.3.2 分析結果及び考察

①ブランクテストではゼロガス中の不純物、分析システムの汚染などによるもので、分析精度に一定の影響を与えるものと考えられる。ガスクロマトグラフからトルエンなどのピークが観察された。これらのピークの大きさを5ppb定量用標準ガスから絶対検量法で定量するとTable-1のようになり、低濃度の測定にはトルエンなどのブランクの影響を考慮する必要がある場合もあると考えられる。

Table-1 ブランク試料中BTXの濃度

物質名	調製日	分析日	濃度 (ppb)
Benzene	98/7/28	98/7/28	0.03ppb
Ethylbenzene	98/7/28	98/7/28	0.14ppb
Toluene	98/7/28	98/7/28	0.04ppb
Total Xylenes	98/7/28	98/7/28	0.03ppb

②Table-2で示したのは2気圧定量用希釈標準ガスを5回400mlずつGC-MS分析した後、5回分析値の最大値、最小値、平均値で計算した相対標準偏差で表す繰り返し精度である。試料中殆どの成分の相対標準偏差値は6%以内収まっているため、標準ガスの繰り返し精度が良好と考えられた。

Table-2 定量用標準ガスの繰り返し精度(ピーク面積カウント)

物質名	最小値 *10 ⁷	最大値 *10 ⁷	平均値 *10 ⁷	相対標準偏差 %
Benzene	2.317	2.392	2.3512	1.39
Toluene	3.165	3.305	3.2306	1.73
Ethylbenzene	3.735	3.848	3.7894	1.12
p-Xylene	2.9	2.979	2.937	1.00
m-Xylene	2.911	2.983	2.9528	0.99
o-Xylene	2.946	2.986	2.9804	0.74
Chloroform	1.41	1.445	1.4192	1.03
Tetrachloroethylene	1.834	1.829	1.8302	2.18
trichloroethene	1.272	1.286	1.2732	2.03
Carbon Tetrachloride	1.329	1.392	1.3256	3.77
Methylene Chloride	0.585	0.599	0.5906	1.38
Styrene	2.257	2.314	2.2688	1.15
Chlorobenzene	2.308	2.683	2.4178	6.32
1,2,4-trimethylbenzene	3.714	4.031	3.7802	3.82
1,2,3-trimethylbenzene	3.664	4.071	3.7432	4.91
Freon113	0.396	3.626	3.4108	3.57

Freon114	2.03	2.19	2.019	5.13
Freon12	1.409	1.545	1.4294	4.66
CIS-1,2-dichloroethene	0.783	0.853	0.7996	3.77
1,1-dichloro ethane	1.157	1.223	1.1616	3.92
1,1-dichloro ethene	0.943	1.024	0.9496	4.46
1,2-dibromo ethane	1.237	1.477	1.3374	6.15
1,1,2-trichloro ethane	0.971	1.115	1.0124	5.82
CIS-1-propene,1,3-dichloro	1.089	1.244	1.1338	5.66

③Fig-1に示すのは圧力混合法で5月、7月、9月、11月に作った2気圧定容量希釈標準ガスを11月中旬に同時にGC-MSで分析した結果である。9月と11月の分析値はほぼ一致するので、2ヶ月程度の期間で標準ガスの保存性については問題ないと確認された。

④Fig-2では分析時のキャニスターの圧力について検討を行った結果を示した。全般的に見ると、加圧された試料の相対標準偏差値はやや低めであるが、希釈、常圧状態と比べて、大きな差がなく、試料を加圧しても、特に良好な結果を得られるとは限らないと考えられる。

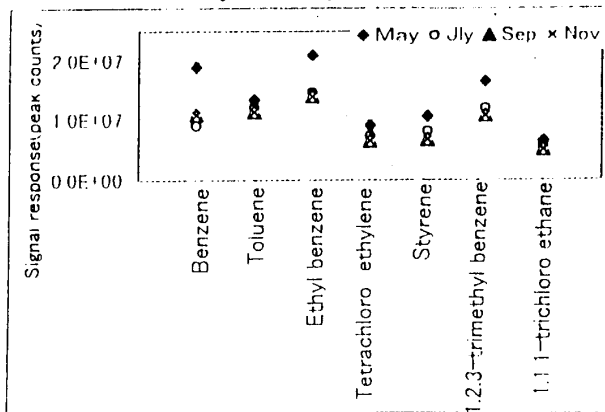


Fig-1. 定容量希釈標準ガスの経時変化

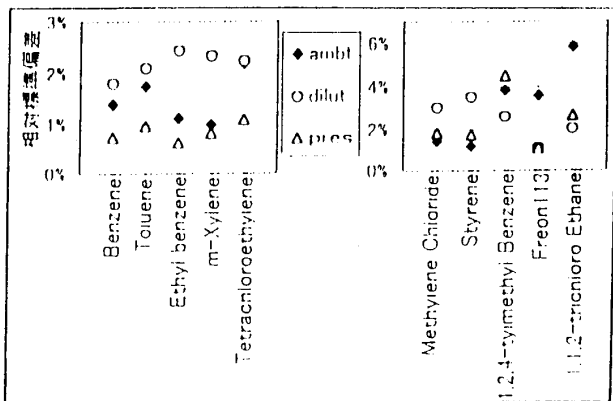


Fig-2. 異なる圧力におけるキャニスター試料の安定性

3 新築住宅での実測調査

3.1 方法

新築住宅の室内汚染とその経時変化を観察するため、茨城県内にある6棟新築住宅について、竣工直後、入居する前から、又、通常の使用状況下で、継続実測を行った。6Lキャニスターを使用し、約一ヶ月毎に、早期居住者が活動する前

及び閉窓閉戸状態でサンプリングを行って、新築時の内装工事などによる化学物質の種類、住居の使用に伴う汚染物質の増減などの変化を6ヶ月間に渡って、調査した。

3.2 結果と考察

Fig-3には測定を行ったA宅の6回の分析結果を示す。検出された物質のうちベンゼン、トルエン、エチルベンゼン、テトラクロロエチレン、スチレン、トリメチルベンゼン、メチレンクロライド、MEK、 α -ピネン、リモネンについて示した。

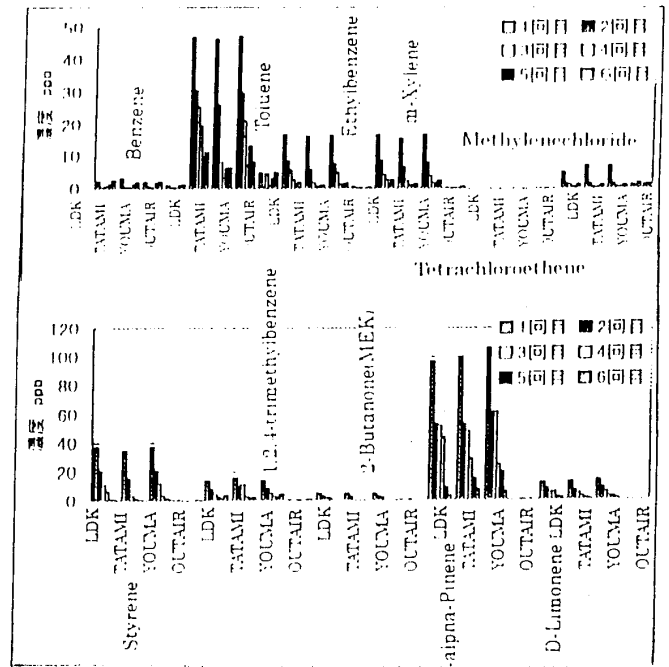


Fig-3. A 新築住宅の実測例

基本的には新築直後には高濃度を示し、例えば、トルエンは50ppb~100ppbであった。また、木材起源の α -ピネンが50ppb~180ppb（トルエン換算）と高濃度で観察された他、有害性が懸念されるスチレンなども屋外に比べて、かなり高濃度で検出された。新築時の高濃度状態より一般的には経時的に漸減する。生活状況によっては減少しない或いは、増加する物質もあった。

4 結論

本研究での検討の結果では、キャニスターによる試料の分析再現性、安定性はよく、良好な分析を与えるものと考えられる。サンプリング条件としても真空から常圧までのサンプリングが簡便であるとともに精度的にも特に問題ないことが分かった。新築住宅の実測結果については、トルエン、キシレンなどの溶剤起源の成分やリモネン、ピネンなど植物起源の化学物質などが明らかに観察された。また、11月頃について、一般的に減少傾向が見られた。家の違いにより化学物質の出現の様子と濃度も異なる事が判明した。

指導教官 田中辰明