

# 室内空気環境における VOC 対策

秋 津 裕 志

キーワード：VOC、デシケータ法、チャンバー法、吸着剤

## はじめに

シックハウス症候群などへの対応として、厚生労働省による化学物質の室内濃度指針値の提示、国土交通省による建築基準法の改正、経済産業省による日本工業規格 (JIS) と農林水産省による日本農林規格 (JAS) の整備などの行政の動きがあります。それに伴い、建材の低 VOC 化が進んでいます。それらをどのように評価すればいいのか、また、材料単体だけでなく、それらが組合わさった家具や建具などの製品の場合はどのように測定すればいいのか検討しました。また、既存の建築物の VOC 対策として、吸着剤を用いた方法を検討しました。ここでは、ホルムアルデヒドやトルエンなどの揮発性の有機化合物を VOC とします。

## VOC の測定

材料からの VOC を測定する場合、次の 3 方法があります。

### 1) デシケータ (DC) 法

DC 法は、写真 1 に示すデシケータと呼ばれるガラス製の密閉性の高い容器に木質材料や塗料などの試験片を入れ、それから放散されるホルムアルデヒドをデシケータ中に置いた水に吸収させ (試料溶液)、ホルムアルデヒド濃度を測定します。この方法は、簡単にホルムアルデヒド放散量を測定できますが、ホルムアルデヒドしか測定できませんでした。そこで、2,4-ジニト



写真1 デシケータ

ロフェニルヒドラジン (DNPH) 試液を用いることで、試料溶液から、ホルムアルデヒドだけでなく、アセトアルデヒドなどのカルボニル化合物の測定が可能になりました<sup>1)</sup>。

### 2) スモールチャンバー (SC) 法

SC 法は、写真 2 に示す装置を用いて測定します。この方法は、ステンレス容器 (チャンバー) に試験片を入れ、清浄な空気で常時換気し、チャンバー内の気中濃度を測定します。この方法では、捕集管 (写真 3) を変えることで、カルボニル化合物だけでなく他の VOC を測定することができます。DC 法と SC 法との比較を表 1 に示します。チャンバー法は、温湿度や換気量を任意に制御できるため、居住空間に近い環境での測定が可能になります。しかし、装置が複雑になり、常時換気しているので、導入空気の清浄性によって測定精度が大きく変わります。



写真2 スモールチャンバー

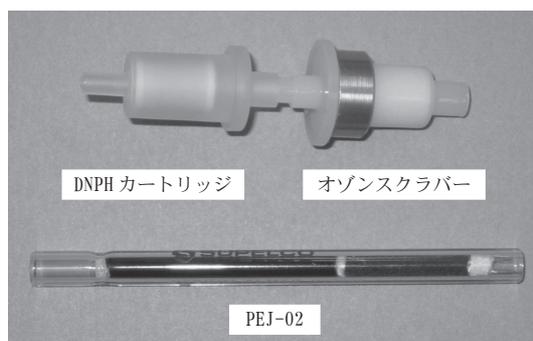


写真3 VOC 捕集管

表1 デシケータ(DC)法とスモールチャンバー(SC)法の比較

	DC 法	SC 法
温度	調整可	調整可
湿度	飽和	調整可
換気回数	密閉	調整可
装置	デシケータ	チャンバー 空気導入装置 空気捕集装置
捕集	蒸留水	DNPH カートリッジ
空気清浄	-	必要

### 3) ラージチャンバー(LC)法

スモールチャンバー程度の容積では、家具や建具などの製品を測定することは不可能です。そこで製品を測定できる約3m<sup>3</sup>のチャンバーを製作し(写真4)、容積の違いによる影響を測定しました。SC法で測定した同じ材料を、LC法でチャンバー容積に対する材料のVOC放散面積(試料負荷率)を同じにして測定しました。その結果、両者ともほとんど同じ結果が得られました。



写真4 ラージチャンバー

しかし製品を測定する場合、製品の大きさであるVOC放散面積やチャンバー容積を変えることはできません。すなわち試料負荷率を一定にすることができないこととなります。そうするとどのような結果になるか、試験片の枚数(面積)を変えることで試料負荷率を変化させ測定してみました。そのときの試料負荷率は0.33, 0.96, 1.57, 2.20m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>です。換気回数は0.5回/hとし、温湿度条件は23℃75%RHとしました。得られた放散量の結果を図1に示します。放散量は試料負荷率の増加とともに増加しているのがわかります。また、材料から単位面積当たり単位時間当たりの放散量(放散速度)で表すと、図2のようになります。この結果から試料負荷率が小さくなると、放散速度は増加する傾向が見られました。すなわち、チャンバーで測定した家具の

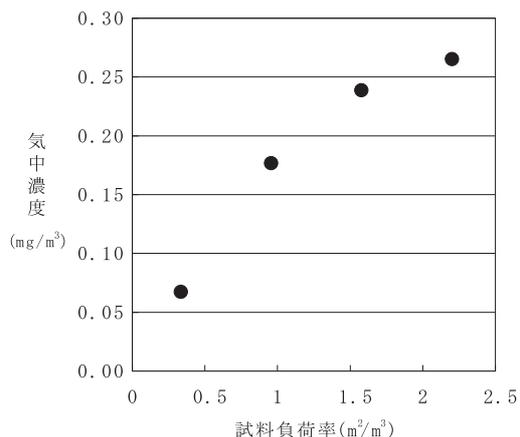


図1 試料負荷率とチャンバー内の気中濃度の関係

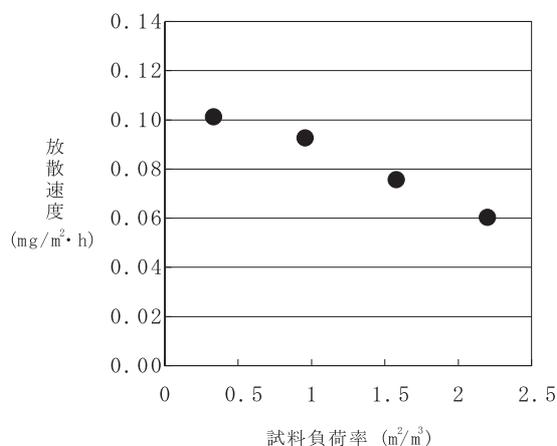


図2 試料負荷率と放散速度との関係

放散量を、そのまま実大空間での値とすると試料負荷率が小さくなるために、放散速度が増加する可能性があります。田辺の報告によると、チャンバー内の濃度の逆数(1/C)と試料負荷率(L)と換気回数(n)の比率(n/L)の間に比例関係があること<sup>2)</sup>から、今回得られた結果から1/Cとn/Lの関係を図3に示します。つまり、

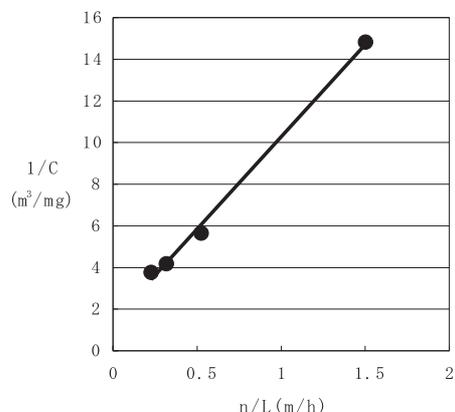


図3 試料負荷率(L)と換気回数(n)とチャンバー内気中濃度(C)の関係

実際の住宅に家具を置いた場合の室内の濃度を、これらの方法で推定することが可能であることがわかりました。今後これらの手法を用いて、他の VOC でも同様に成り立つか検討する必要があります。

### 吸着剤による低 VOC 化

建築基準法は、新築やリフォーム時に適応され、それによって室内の低 VOC 化が図れます。しかし、既存の建物で VOC 濃度が高い場合には、発生源を特定し低 VOC 建材と交換する必要がありますが、現在の技術では、簡単に発生源を特定することは困難です。

そこで吸着剤を利用し、建材を低 VOC 化する方法があります。発生源をある程度予測できる場合、その建材に吸着剤を塗布することで、それらを低 VOC 化させることが可能になります。図 4 に市販されている 5 種類の吸着剤の性能を DC 法で測定した結果を示します。その結果、吸着剤 D と E に関しては、塗布後はほとんどホルムアルデヒドの放散が見られませんでした。

最も放散量の少ない吸着剤 E を、実際使用している家具に塗布し、その効果を LC 法で検証しました。ラージチャンバー内に塗布前と塗布後の家具を入れ、チャンバー内の気中濃度の変化を測定しました。その結果、塗布前の濃度は  $0.30\text{mg}/\text{m}^3$  であったが、塗布後には  $0.05\text{mg}/\text{m}^3$  に低下し、吸着剤の高い効果が認められました。

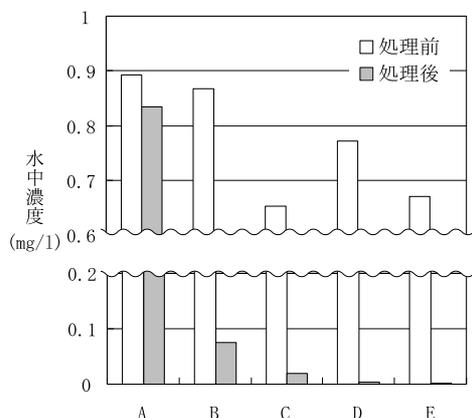


図 4 ホルムアルデヒドに対する吸着剤の効果

一方、住宅内にはフローリングや内装壁など多くの発生源があり、塗装面など吸着剤を塗布できない場所があります。そのような場合には、空気中に放散されたものを吸着するタイプが有効です。その代表的なものが活性炭です。活性炭の性能を、スモールチャンバーを用いて、ホルムアルデヒド源としてシナ合板を用い、活性炭を入れた場合と入れない場合でスモールチ

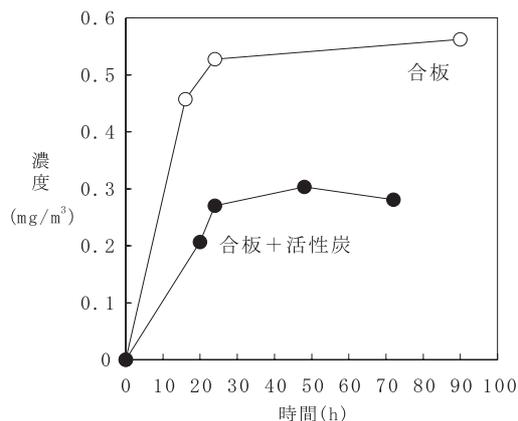


図 5 空気中のホルムアルデヒド濃度に対する活性炭の効果

ャンバー内の気中濃度を比較しました (図 5)<sup>3)</sup>。この結果から、活性炭によって濃度が半分以下に低下しましたが、 $120\text{m}^2$ の床面積の住宅で同様の効果を得るためには、活性炭が約  $2.5\text{t}$  必要になります。住宅全体でなく押入やクローゼットなどのような密閉した狭い空間で利用の方が効果的だと考えられます。広い空間での低減方法については、今後検討を要する課題となります。

### おわりに

建築基準法では、材料からの化学物質の放散はホルムアルデヒドのみが規定されていますが、今後トルエン、キシレンやエチルベンゼンなどが規定される可能性があります。また、ラージチャンバー法が JIS の規格として検討され、材料および製品からの VOC を取り巻く環境は、厳しくなっています。今後、材料面からだけでなく、住宅の構法や換気などを含めた取り組みが重要となり、さらには、人間の VOC に対する詳細な影響など、総合的な研究も必要になってくると考えられます。

### 参考資料

- 1) 松本久美子ほか 5 名：日本木材学会北海道支部講演集, 34, 23-25 (2002).
- 2) 田辺新一：日本建築学会大会学術講演梗概集, 867-868 (2002).
- 3) 秋津裕志ほか 4 名：日本木材学会北海道支部講演集, 33, 25-28 (2001).

(林産試験場 合板科)