

シックハウス症候群抑制に関する研究

日大生産工 ○高橋 岩仁 大木 宜章 高橋 里佳
流山市役所 高梨 裕次

1. はじめに

化学物質はその利便性から、日常生活の中で広く利用されており、生活環境の大幅な改善に大きく寄与してきた。しかし、近年の省エネ対策重視の機密性の高い住居、学校施設などでは、逃げ場を失った化学物質が拡散し、人体に悪影響を与えるシックハウスもしくはシックスクール症候群などといった問題を引き起こす。この原因とされる主な化学物質は、ホルムアルデヒド、トルエン、キシレンなどの揮発性有機化合物（VOC）であるが、同じ環境下で生活していても全員がシックハウス症候群になる訳ではなく、個人差が大きいのが特徴である。現在、各企業や研究施設においてF☆☆☆☆（エフフォースター：ホルムアルデヒド発生の抑制制度を示す）製品、原因物質を取り除く商品の開発など対応が進められているが、未だ解決には至っていない。

本研究では、シックハウス症候群の抑制を観点に置き、上水汚泥、建設廃材などの廃棄物を脱臭材として用いるべく検討を行った。なお、臭気分析は、機器分析であるにも係らず、官能試験に類似した測定が可能であるにおい識別装置を用いた。

2. 実験条件および方法

2. 1 におい識別装置について

写真1に本実験の臭気分析に使用したにおい識別装置FF-2A（島津製作所製）を示す。

この装置は、10個の小型金属酸化半導体センサーを搭載しており、各センサーに9種の基準ガス（表1）を記憶させ、サンプルガスをその基準ガスとの位置関係により類似度で表現できる。さらに、それぞれのおい強さを計算し、それらの寄与を総合することによって臭気指数相当値を求めることができ、嗅覚試験法に類似した測定が可能な測器である。

ここで臭気指数について簡単に説明すると、環境省が悪臭防止法で採用しているにおい強さの表現方法であり、サンプリングした臭気を無臭になるまで希釈したときに、その希釈倍率によってにおい強さを表現する指標である。なお、希釈した倍率を臭気濃度と呼び、臭気指数は次式によって求められる。

$$\text{臭気指数} = 10 \times \log_{10} (\text{臭気濃度}) \quad (1)$$



写真1 におい識別装置（FF-2A）

表1 9種の基準ガス

No.	分類	基準臭物質 (略称)	化学式
1	硫化水素	硫化水素 (H ₂ S)	H ₂ S
2	硫黄系ガス	メチルメルカプタン (MMC)	CH ₃ SH
3	アンモニア	アンモニア (NH ₃)	NH ₃
4	アミン系ガス	トリメチルアミン (TMA)	(CH ₃) ₃ N
5	有機酸ガス	プロピオン酸 (Pro)	C ₂ H ₅ COOH
6	芳香族系ガス	トルエン (tol)	C ₆ H ₅ CH ₃
7	エステル系ガス	酢酸ブチル (sb)	C ₆ H ₁₂ O ₂
8	アルデヒド系ガス	ブチルアルデヒド (bal)	C ₄ H ₈ O
9	炭化水素系ガス	ヘプタン (hep)	C ₇ H ₁₆

表2 各試料の物性データ

	形状(mm)	含水率(%)	比重(g/cm ³)
上水汚泥	粒径: 1.19以下	0	1.473
木材チップ	長さ: 5以下 太さ: 1以下	13.23	0.530
炭	粒径: 1.5以下	0	0.399
竹チップ	長さ: 5以下 太さ: 1以下	19.38	0.565
杉皮	長さ: 5以下 太さ: 1.5以下	24.51	0.555

Examination on the Inhibition of Sick House Syndrome
Iwahito TAKAHASHI, Takaaki OHKI, Rika TAKAHASHI and Yuji TAKANASHI

2. 2 使用試料

使用試料は、廃棄物の有効利用を観点に置き、上水汚泥、木材チップ、炭、竹チップ、杉皮を用いた。表2に今回使用した各試料の物性データを示す。なお、上水汚泥および炭については、乾燥させて用いた。

上水汚泥は、水環境から生成された廃棄物で、産業廃棄物の中では、重金属類の含有量も非常に少なく、有効利用するのに安全で取り扱いやすい物質である。また、リンなどの吸着効果も確認されており、粘土と同様の性状を持つことから臭気成分の吸着効果も期待される。木材チップは繊維質であり、吸着効果が期待される。なお、今回用いた木材は建設工事から排出された木材を使用した。炭は、木材チップを炭化させたものであるが、比表面積が高く、吸着材として非常にポピュラーな物質である。竹チップは、竹の高い繁殖力により、その有効利用が求められている。そもそも竹は日本風土と密接な関係であり、これを脱臭材として有効利用可能であるか検討した。杉皮は、杉の木材としての利用の際に排出される廃棄物であるが、香りがよく、また綿状の繊維質であるため、脱臭材としての利用が期待される。

2. 3 バッチ脱臭実験

図1にバッチ脱臭実験装置を示す。

実験方法は、900mlの容器に試料を各30g入れ、その中に10ppmのホルムアルデヒドを2ℓ注入した後、容器内の臭気をにおい識別装置により測定した。なお、試料自体から発生する臭気特性についても検討する必要があるため、容器に臭気を入れずに試料から発生する臭気の特徴についても測定した。また、容器に試料を入れず、エアースのみおよびホルムアルデヒドのみの値も測定し、比較検討した。

2. 4 揮発性ガス脱臭実験

ここでは、市販されている塗料（水性ペンキ）に上水汚泥または炭を2対1で混合したもの（以後、上水汚泥と塗料を混合したものを上水混合、炭と塗料を混合したものを炭混合と称す）をアクリル板に塗布し、24時間乾燥させた後、カラム内に入れ、一定量のエアースをカラム下部から流入し、カラム上部より発生したガスを採取した。採取したガスはにおい識別装置により分析した。また、エアースには未知の臭気が混入している室内空気を使用したため、この値も測定し、比較検討した。なお、今回用いた塗料は、F☆☆☆☆（エフフォーostar：ホルムアルデヒド発生抑制制度を示す）商品であるが、これはホルムアルデヒドだけに対する規格であり、有害化学物質が入っていないというマークではなく、実際においを嗅ぐと塗料特有のにおいがした。また、木

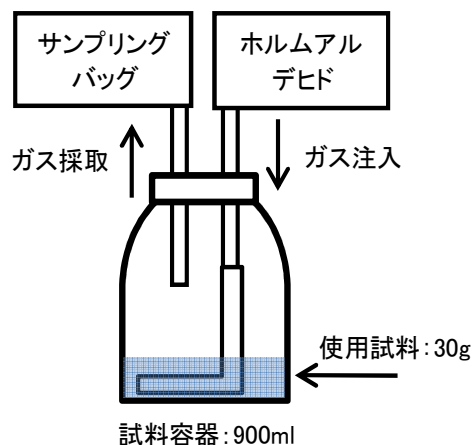


図1 バッチ脱臭実験装置

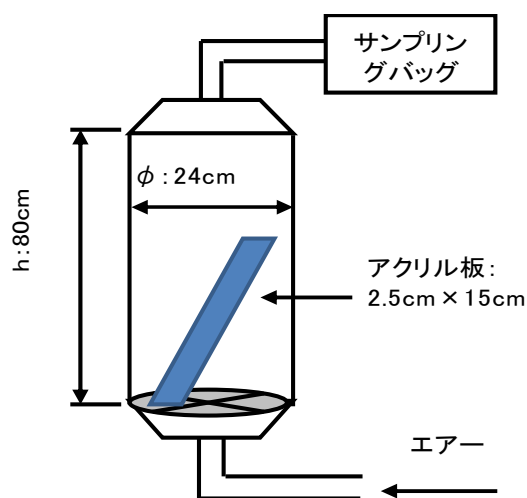


図2 揮発性ガス脱臭実験装置

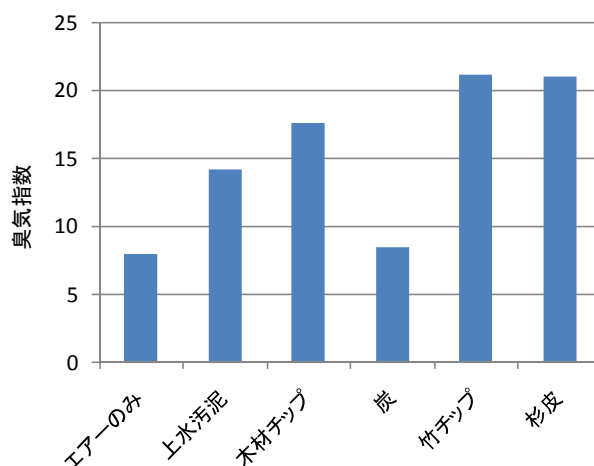


図3 各使用試料の臭気指数

材チップ、竹チップ、杉皮については、現状のままでは塗料と混合するのが難しく、今回は測定を行わなかった。

3. 実験結果および検討

3. 1 バッチ脱臭実験測定結果

図3ににおい識別装置で測定した各使用試料およびエアーのみの臭気指数、図4に類似度を示す。

図3より、竹チップ、杉皮の臭気指数が21強と高く、上水汚泥は15弱と低い値を示した。木材チップはその中間の値を示し、また、炭は8.5と今回使用した試料の中で最も低く、エアーのみ（臭気指数8）とほぼ同様の値であった。これは、竹チップ、杉皮チップはその特有の香りが臭気として検出され、上水汚泥、木材チップに比べて高くなったと考えられる。この各試料を図4の類似度でみると、竹チップ、杉皮が前記した9種基準ガスに対する類似度の割合が高く、図3の臭気指数値とも一致する。また、炭以外の試料では、エステル系、アルデヒド系、有機酸系の類似度が高く、特に、アルデヒド系が高いと新たなシックハウス症候群の要因となる恐れがある。このため、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒドが測定可能な検知管を用い、採取したガス中の臭気を測定したところ、ホルムアルデヒド類は検知されなかった。なお、におい識別装置では、その臭気成分が入っていない場合でも、小型金属酸化物半導体センサーの認識により、類似度が高く出る場合があり、竹や杉の特有の香りがアルデヒド系に近い傾向を示したものと考えられる。

この試料の吸着効果を確認するため、各試料の中に10ppmのホルムアルデヒドを2ℓ注入し、同様の測定を行った。図5にホルムアルデヒド注入後の臭気指数、図6に類似度を示す。なお、比較としてホルムアルデヒドのみの値も同時に示した。

結果から、臭気指数、類似度ともに、各試料の値はほとんど変化が見られなかった。また、ホルムアルデヒドのみの臭気指数は17、類似度は当然のことながらアルデヒド系が高かった。

これより、注入後もホルムアルデヒドには影響されず、各試料から発生する臭気のみを検知したものと見え、ホルムアルデヒドが脱臭されたと推測される。

そこで、各容器内のホルムアルデヒドの物質濃度を検知管により測定した。表3に検知管測定結果を示す。

結果から、上水汚泥と竹チップが混入されている容器からはホルムアルデヒドが微小（0.05ppm以下）検知されたが、その他の試料からは検知されなかった。

これより、今回用いた試料のホルムアルデヒドの吸着性能が確認された。しかし、竹チップ、杉皮は特有の香りがあるため、その用途に関しては個人の趣向を加味する必要があるといえる。

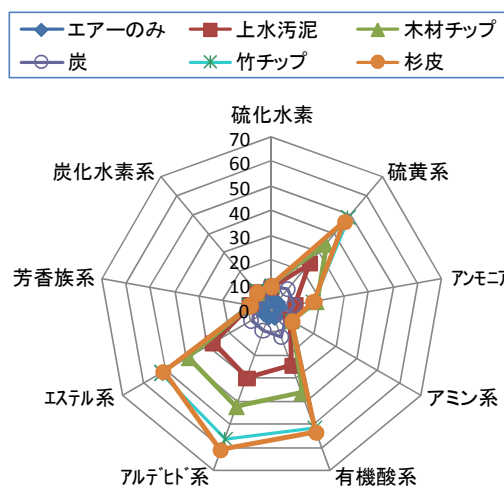


図4 各使用試料の類似度

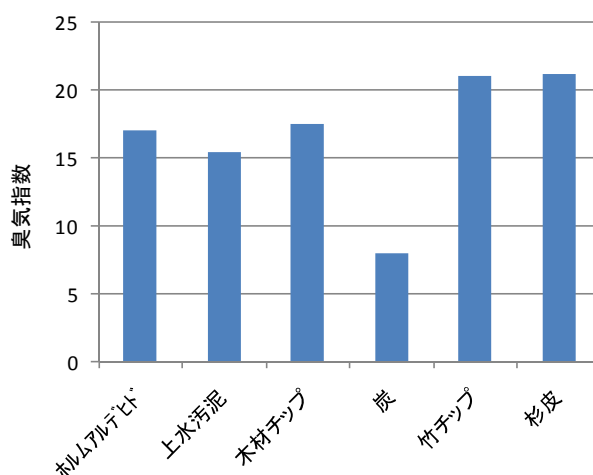


図5 ホルムアルデヒド注入後の臭気指数

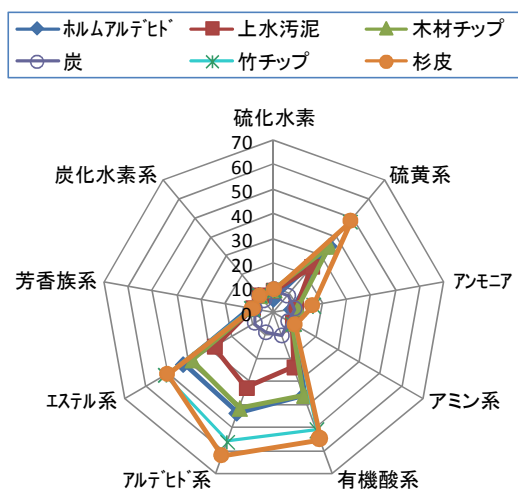


図6 ホルムアルデヒド注入後の類似度

3. 2 揮発性ガス脱臭実験測定結果

図7に各測定サンプルの臭気指数、図8に類似度を示す。

先ず、図7の臭気指数の結果より、塗料のみの臭気指数が30を超え最も高く、それに比べ上水混合、炭混合は25付近まで低下した。また、エアーのみは、カラムから発生している臭気を感じたためか、15と多少高かった。(1)式からも分かる通り、臭気指数は臭気濃度の対数で表すため、多少の変動でも臭気濃度は大きく変動する。したがって、塗料のみの臭気濃度は約1260であったのに対し、混合試料は約400と3分の1の揮発ガスの抑制が行われた。

次に、図8の類似度の結果より、アルデヒド系はシックハウス対策が施された塗料のためか、塗料のみ自体からも低く、これに伴い、上水混合、炭混合とも低い類似度を示した。各サンプル別に確認すると、上水混合は、塗料のみに比べ、全体的に低い類似度となっており、特に、炭化水素系、エステル系、アルデヒド系で10～20%の低下がみられた。それに比べ、炭混合は、塗料のみとほとんど変わらない結果となった。これは、図3、4で示した通り、炭は臭気指数も低く、また類似する臭気もなかったことから、塗料からの揮発ガスを全体的に吸着したためといえる。なお、類似度が同じ値でも、その寄与する大きさが小さければ、臭気指数は低くなる。

以上のことより、上水汚泥および炭の脱臭材としての一例が示された。しかし、両混合試料とも臭気指数は26とエアーのみ、さらに各試料のみの結果より高く、さらなる脱臭の効率化を図る必要がある。

4. まとめ

本研究では、シックハウス症候群抑制を目的とし、上水汚泥、建設廃材などの廃棄物を脱臭材として用いるべく検討を行い、以下の知見を得た。

- 1) 今回用いた試料の中では、竹チップ、杉皮からの臭気指数が最も高かった。また、類似度もアルデヒド系をはじめ、エステル系、有機酸系と高い値を示したが、これは、竹や杉皮から発生される特有の香りであり、それが測定器の特質によって類似があると判断されたもので、有害物質とはいえない。
- 2) 全試料とも、ホルムアルデヒドの吸着能力が確認され、脱臭材として利用できる可能性を示した。しかし、竹、杉皮は特有の香りがあるため、その用途に関しては個人の趣向を加味する必要があるといえる。
- 3) 塗料に上水汚泥または炭を混合した場合、塗料から揮発される臭気を抑制し、脱臭材としての一

表3 ホルムアルデヒド注入後の検知管測定結果

	ホルムアルデヒド(ppm)
上水汚泥	0.02～0.03
木材チップ	ND
炭	ND
竹チップ	0.03～0.05
杉皮	ND

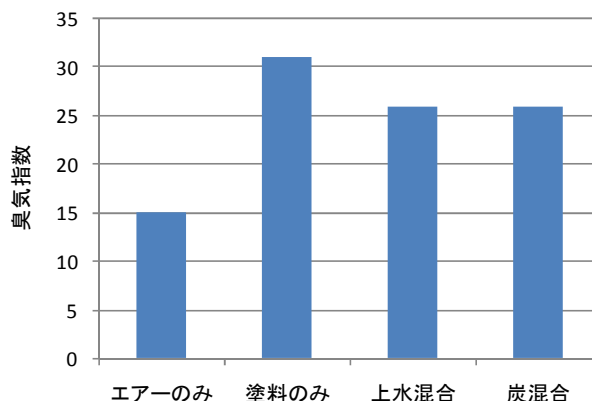


図7 各サンプルの臭気指数

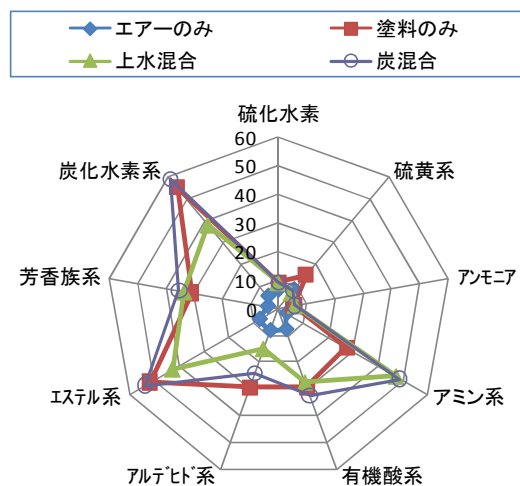


図8 各サンプルの類似度

事例が示された。

以上の結果より、上水汚泥、建設廃材などの安全な廃棄物を生活環境下における臭気の脱臭材として有効利用できる可能性を示した。しかし、それにはホルムアルデヒド以外の臭気でも実証する必要がある、また、さらなる脱臭の効率化を図るべく、用途に合わせた試料の混合、またその方法などを検討していく必要があるといえる。