

天然物質由来塗料からの揮発性有機化合物放散  
Volatile organic compounds emissions from natural paints

0230123 前田百合香 Yurika MAEDA  
指導教官 田中辰明 Tatsuaki TANAKA

## 1 目的

近年建築物の気密化が進むにつれ、揮発性有機化合物（以下 VOCs と記す）や微生物が原因であるシックハウス症候群が社会問題化しており、平成 15 年 7 月からはシックハウス対策を強化した改正建築基準法が施行された。このような背景を受け、化学物質の揮発の少ない建築材料への関心の高まりから、化学物質由来塗料に代わり天然物質由来塗料が注目されている。

しかし、天然物質由来塗料といっても、シックハウスの原因物質であるホルムアルデヒドをはじめとした VOCs の放散は避けられないという報告がある<sup>1)2)</sup>。そこで VOCs の放散速度が、塗布後時間の経過とともにどのように変化するか検討することにした。

本研究では、天然物質由来塗料 3 種の 1 週間の放散速度、及びそのうち 1 種の約 3 ヶ月の放散速度の経時変化を調べ、その結果から塗布後、これ以上の長期経過した時の放散速度がどのように変化するか予測する事を目的とした。

## 2 実験方法

### 2.1 試料

実験で使用した塗料を表 1 に示す。

表 1 実験で使用した天然物質由来塗料

| 記号  | 名称           | 製造元            | 備考                     |
|-----|--------------|----------------|------------------------|
| KU  | KUNOS        | リボス社<br>(独)    | アマニオイル、<br>天然樹脂エステル等   |
| AR  | ARDOVOS      | 同上             | 同上                     |
| A-1 | アトムカラ<br>ーニス | アトムサポ<br>ート(日) | F☆☆☆☆<br>(登録番号 A03115) |

### 2.2 小型チャンバー法

JIS A1901 に準拠した小型チャンバー法により、VOCs の放散速度を測定した<sup>3)</sup>。測定条件は表 2 に示す。カルボニル化合物は DNPH カートリッジで、その他の VOCs は Tenax 管で捕集した。

表 2 測定条件

| 項目       | 条件                                 |
|----------|------------------------------------|
| チャンバー容積  | 20L                                |
| 温度・湿度    | 28°C、50%RH                         |
| 下地       | アルミ板                               |
| 換気回数     | 0.5 回/h                            |
| 試料負荷     | 2.2 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> |
| 塗布量      | 1g/0.022 m <sup>2</sup> ×2 枚       |
| サンプリング時間 | 1 h                                |

## 2.3 分析方法

DNPH カートリッジで捕集された物質は、アセトニトリルで抽出し溶液を高速液体クロマトグラフィーで、Tenax 管で捕集された物質は、加熱脱着にて GC/MS で分析した。

## 3 結果及び考察

### 3.1 分析方法の検討

#### ①検量可能範囲確認実験

液体クロマトグラフィーでの分析可能な濃度範囲を、アセトン-DNPH によって確認した。その結果を表 3 に示す。この表より、濃度 5mg/L 以下では検量可能であることが分かった。

表 3 検量線の線形相関係数

| 濃度範囲<br>(mg/L) | 相関係数   |        |
|----------------|--------|--------|
|                | 高さ     | 面積     |
| 0.02~0.1       | 0.9982 | 0.9881 |
| 0.6~5.0        | 0.9873 | 0.9846 |

#### ②再現性確認実験

高速液体クロマトグラフィーによる分析の再現性(ばらつき)確認実験を行った。アセトン-DNPH を 12 回分析した時の変動係数は表 4 のようであった。

(注)変動係数(%)=標準偏差/相加平均×100

表 4 変動係数

|      | 相加平均   | 標準偏差 | 変動係数(%) |
|------|--------|------|---------|
| High | 9039   | 61   | 0.94    |
| Area | 206625 | 1953 | 0.67    |

変動係数の数値は、High・Area とも 1.0 未満であり、ばらつきは小さかった。

### 3.2 短期放散

塗料 3 種について、1 週間のカルボニル化合物の放散速度変化を、それぞれ放散量の多かった 5 物質について図 1~3 に示す。

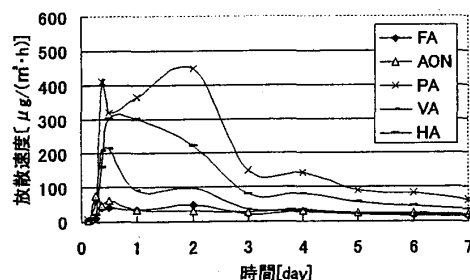


図 1 KU からのカルボニル化合物 放散速度

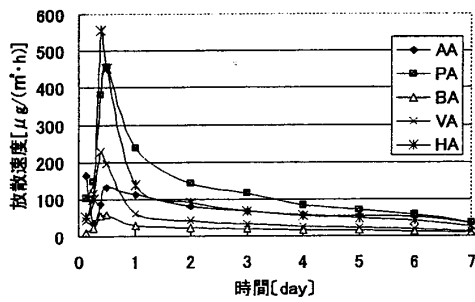


図2 ARからのカルボニル化合物 放散速度

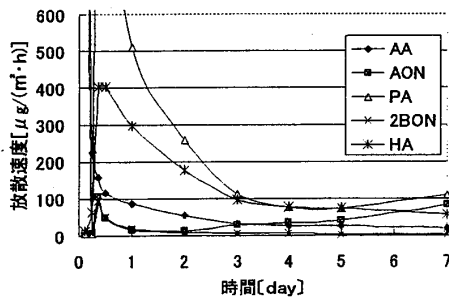


図3 A-1からのカルボニル化合物 放散速度

(注) 図1~4の記号:

- FA:FormAldehyde AA:AcetAldehyde AON:Acetone
- PA:PropionAldehyde 2BON:2-Butanone BA:ButyrAldehyde
- VA:ValenAldehyde HA:HexAldehyde CA: CrotonAldehyde

図1~3を通してみると、いずれの塗料においても、経時的に各化合物の放散量は減少したが、7日目においても放散は持続しており、特に塗料A-1からの放散が大きく今後も長期放散の続く恐れがある。そこで、A-1のカルボニル化合物について、長期放散を検討することにした。

### 3.3 長期放散

A-1の長期放散として、3ヶ月間サンプリングを行った。カルボニル化合物の放散速度変化を図4に、その他のVOCsの放散速度の変化を図5に示す。

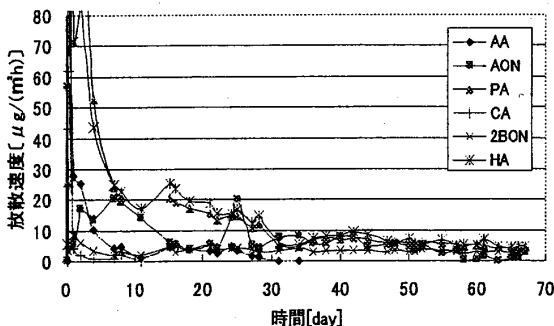


図4 A-1からのカルボニル化合物 長期放散速度

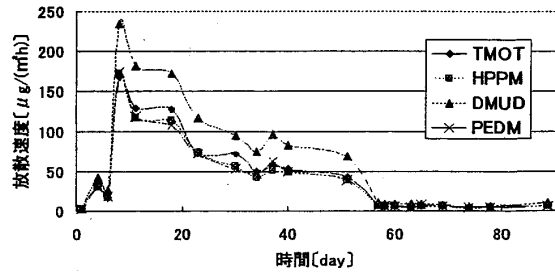


図5 A-1からのVOC放散速度

(注) 図5の記号:

- TMOT:2,4,6-Trimethyloctane
- HPPM:Hepatine,2,2,4,6,6-pentamethyl
- DMUD:2,5-DimethylUndecane
- PEDM: Pentane,3-ethyl-2,2-dimethyl

塗布後1週間以内に、カルボニル化合物の放散速度は大きく減少し、その後も緩やかな減少を続け、CrotonAldehyde,AcetAldehyde,Acetoneの順に放散が止まった。だが PropionAldehyde、2-Butanone、HexAldehydeは30日目以降も3~4μg/(m² h)程度で放散が持続した。原因は原料油脂の空気酸化によるカルボニル化合物の生成と考えられ、この後も長期放散が予測される。

GCMS測定によるVOCsについても、60日目頃までに大きく放散速度は減少したが、5~10μg/(m² h)程度で放散が持続した。カルボニル化合物と比べて放散速度が減少し安定するまでに要した時間が長かった原因として、分子量が大きいことため拡散係数が小さく、塗膜を透過しにくい事が考えられる。

### 4 まとめ

カルボニル化合物については30日程度で、その他のVOCについても60日程度で放散速度は大きく減少し、ほとんど変化しなくなった。放散の止まる物質もあったが、いくつかの物質については少量ながら放散が持続し、この先もしばらく放散が続くと考えられ、揮発性有機化合物の放散が完全に停止するのは難しいと考えられる。

#### 【謝辞】

本研究にあたり、中井敏博先生の指導を得た。記して謝意を表す。

#### 【参考文献】

- 1)吉田洋一、自然塗料とホルムアルデヒドの放散、月刊建築仕上げ技術 vol.29 No.40 (2003-11) pp.40-43
- 2)瀬川忍・田崎和江、自然素材及び対策建材を用いた新築住宅の室内化学物質濃度と発生源の検討、日本建築学会学術講演梗概集(北陸) (2002-8) pp.917-918
- 3)田辺新一、小型チャンバーADPACを用いたアルデヒド類、VOC放散量の測定に関する研究(その9ホルムアルデヒド放散建材の測定と気中濃度予測に関する考察)、日本建築学会大会学術講演梗概集(北陸) (2002-8) pp.867-868
- 4)藤谷健、あぶら(油脂)の話 (2000) pp.82-91、96-101、裳華房