

天然系建材等から放散する揮発性有機化合物

Emissions of Volatile Organic Compounds from Natural Building Materials

0340419 デイシー ディアス Deisy DIAZ

指導教官 田中 辰明 Tatsuaki TANAKA

1. はじめに

揮発性有機化合物による室内空気汚染対策の一つとして、合成化学物質を含むことが少ない天然系建材を使用することが考えられる。しかし、天然系建材からも揮発性有機化合物は放散しているので室内空気汚染対策の観点から天然系建材、特に液状材からの揮発性有機化合物放散を体系的に検討する必要がある。本研究の目的は天然系液状材からの揮発性有機化合物の初期放散を実測すること、このデータから中長期の放散を予想すること、及び液状材を塗布する下地が放散に及ぼす影響を明らかにすることである。

2. 実験方法

市販の松脂剤、生漆、亜麻仁油、植物性エコワックスAをアルミ板、MDF板、セラミック建材に塗布し、小形チャンバー法によって7日間の測定を行った。測定条件は温度28℃、湿度50%、換気回数0.5回/hを目安とした。アルデヒド・ケトン系はDNPHで捕集し、液体クロマトグラフィーにより、その他はTenax TAで捕集し、加熱脱着GCMSで分析した。

3. 結果及び考察

3.1 天然系液状材からの揮発性有機化合物放散の型

松脂剤、生漆、亜麻仁油、植物性エコワックスAをそれぞれアルミ板に塗布したときの主要なアルデヒド・ケトンの放散速度経時変化を図1～4に示す。

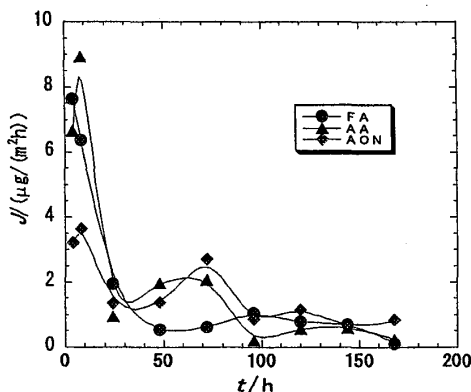


図1. アルミ板に塗布した松脂剤からの放散

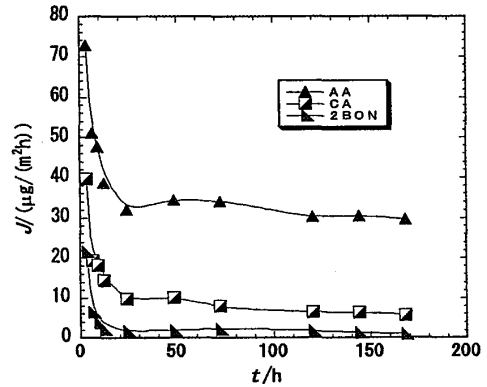


図2. アルミ板に塗布した漆からの放散

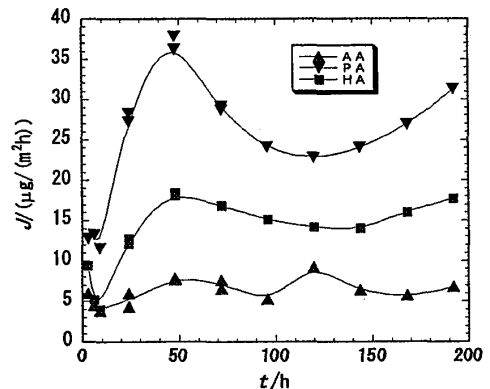


図3. アルミ板に塗布した亜麻仁油からの放散

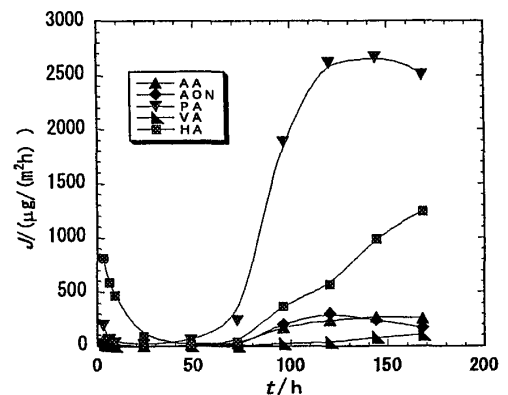


図4. アルミ板に塗布したワックスAからの放散

これらの図で、FA はホルムアルデヒド、AA はアセトアルデヒド、AON はアセトン、PA はプロピオンアルデヒド、2BON は2-ブタノン、VA はバレールアルデヒド、HA はヘキサアルデヒドを示す。

図1の松脂剤では単純な蒸散支配型の放散を示した。FA について1次減衰モデル式(1)の指数関数回帰を適用した結果、相関係数が0.997と良好な相関を示した。(J: 放散速度、 J_0 : $t=0$ での放散速度、 t : 時間、 k : 定数)

$$J = J_0 \exp(-k t) \quad (1)$$

図2の漆では、1日程度で塗膜が形成されて化学物質が形成された塗膜に捕らえられ、以後内部拡散支配の放散に移行する塗膜形成型を示した。

図3の亜麻仁油では塗布と同時に放散速度が上昇する酸化反応型を示した。亜麻仁油は二重結合の多いリノレン酸等を多く含むため空気により酸化されてアルデヒド、ケトンを生じやすいことが知られており¹⁾、放散速度の上昇はこのためと考えられる。

図4のワックスAでは主成分である荏胡麻油中にあるセサモールのような天然抗酸化性化合物が一定期間は自動酸化を防止し¹⁾、そのため一定の誘導期間の後に酸化反応が起こるのではないかと考えられる。

3.2 塗膜形成と揮発性有機化合物放散

図2の漆では塗膜形成型で、化学物質は塗膜を透過して放散することが示された。Hoetjerらは平衡濃度とチャンバー内濃度の差が放散を支配するとして物質収支から式(2)を導いた²⁾、³⁾。定常状態では式(3)が成立するので、式(2)は式(4)となる。従ってチャンバー内濃度の逆数 $1/C$ は n/L と直線関係になり、この関係から平衡濃度 C_e 及び総括物質移動係数 k を求めることができる。また、空気中の物質移動係数 k_0 として小形チャンバー内の水蒸気の物質移動係数4.3(m/h)を採用すれば³⁾、式(5)より化学物質が建材内を透過するときの物質移動係数 k_e を求めることができる。(S: 放散表面積、V: チャンバー容積、 n : 換気回数、L: 試料負荷率)

$$dC/dt \cdot V = k(C_e - C)S - QC \quad (2)$$

$$dC/dt = 0 \quad (3)$$

$$1/C = 1/C_e + 1/kC_e \quad (4)$$

$$1/k = 1/k_0 + 1/k_e \quad (5)$$

このHoetjerの理論を塗膜に適用した。AAに関する式(4)のプロットは図5に示すように良い直線性を示した。式(4)、(5)よりAAの漆塗膜透過の物質移動係数は0.12(m/h)となった。同様にCAでは0.17(m/h)となった。

3.3 揮発性有機化合物放散に及ぼす塗布下地の影響

MD F板に塗布した松脂材からのアルデヒド・ケトン

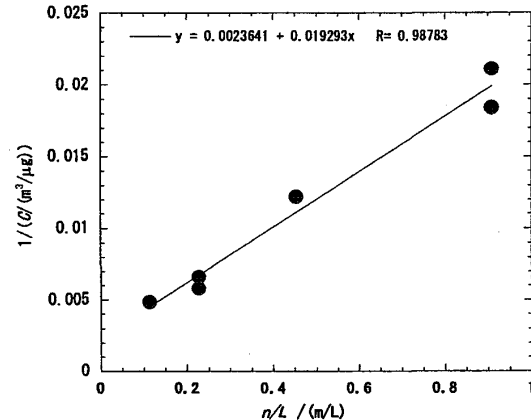


図5. 漆からの放散での n/L と $1/C$ の関係 (AA)

放散はアルミ板への塗布と比較し、遅れが認められた。これは松脂材がMD F板内部へしみ込んだためと考えられる。

これとは逆に、セラミック建材に塗布した亜麻仁油からのアルデヒド・ケトン放散は著しく促進された。これは単純に放散面積が増大したためか、空気接触面積の増大やセラミック建材の触媒作用で酸化反応が促進されたためと考えられる。

4. 結論

以上の結果から次の結論が得られた。

- 1) 天然系液状材からの揮発性有機化合物放散では、単純な蒸散支配型、塗膜形成の影響を受けるもの、空気による酸化反応により低級アルデヒド・ケトンなどを生じて放散するものなどがあり、中長期の放散ではこれらを考慮する必要がある。
- 2) 漆塗布では塗膜が形成された後、揮発性有機化合物は塗膜に捕捉され、塗膜内を拡散、透過して放散するものと考えられる。Hoetjer理論を塗膜に適用させた結果、良好な適用性が認められ、漆塗膜透過の物質移動係数はAAでは0.12、CAでは0.17(m/h)となった。
- 3) 液状材を塗布するときの下地は放散を抑制したり促進したりした。抑制効果があるとき放散は長期続き、促進効果があるとき長期は続かないものと考えられる。

謝辞

本研究実施に際し人間文化研究所中井敏博博士の指導を得た。記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 藤谷建、あぶら(油脂)の話、PP27-31,82-91,96-101 裳華房、(2000)。
- 2) J.J.Hoetjer, F.Koerts, American Chemical Society 125-144, (1986)。
- 3) 田辺新一、日本建築学会大会学術講演梗概集(北陸) 867-868,(2002)。