

天然系液状材料の塗布における 揮発性有機化合物放散の型

ジェイシー ディアス^{*1} 中 井 敏 博^{*3}
小 林 靖 尚^{*2} 田 中 辰 明^{*4}

室内空気汚染対策の観点から天然系建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。特に、液状材料からの揮発性有機化合物放散により問題が起こりやすいので、いくつかの天然系液状材料からの放散を検討した。その結果、アルデヒド・ケトン放散速度の経時変化に異なる型のあることが分かった。市販の松脂剤、漆、亜麻仁油および植物性ワックスの4物質は代表的な4つの型（単純な蒸散支配型、塗膜形成型、酸化反応型および誘導期間のある酸化反応型）を示した。これら4物質の放散型と放散機構との関係について考察した。中長期の放散に関してはこのような放散型を考慮する必要がある。

キーワード：実測・天然系液状材料・揮発性有機化合物・放散速度

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の使用が考えられる。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からの化学物質放散を体系的に検討する必要がある。特に室内汚染は塗料、接着剤、ワックスなど液状材料が原因であることが多いので、天然系の液状材料からの揮発性有機化合物放散を検討したところ、アルデヒド・ケトン放散速度の経時変化にいくつかの型があることが分かった^{1), 2)}。そこで代表的な型を示す4物質（松脂剤、生漆、亜麻仁油、植物性ワックス）からの放散を取上げた。

天然系建材に関して瀬川らは化学物質過敏症患者用の自然素材を多用した対策建材による住宅の揮発性有機

化合物を測定し、対策建材を使った住宅であってもホルムアルデヒドが検出され、その原因として壁下地剤、ニス、ワックスについて考慮すべきことを指摘している³⁾。天然系液状材料からの揮発性有機化合物の測定については、天然ゴム⁴⁾、大豆油⁵⁾、自然系塗料^{6), 7)}に関する報告がある。

ここで取り上げた上記4物質に関しては、松脂（ロジン）を原料とした変性ワニスからのホルムアルデヒド放散が報告されている⁸⁾。また、寺内らは住宅建築関連産業で接着剤／塗料による揮発性有機化合物汚染が問題となっていることから、その対策として天然塗料の代表である漆の利用について報告している⁹⁾。亜麻仁油に関しては天然材のリノリウム¹⁰⁾、塗料の原料¹¹⁾やワニスの添加剤¹²⁾として使われていること、空気酸化¹⁰⁾やオゾン酸化¹³⁾によりアルデヒドが生成すること、塗料原料として優れていること¹¹⁾などが報告されている。

しかし、天然系液状材料について、揮発性有機化合物放散速度の経時変化を測定した例はほとんどないようである。そこで、上記の4物質について小型チャンバー法により揮発性有機化合物、特にアルデヒド・ケトンの放散速度の経時変化を測定し、それぞれの経時変化の型と放散機構との関係を考察した。

^{*1} お茶の水女子大学大学院 学生会員

^{*2} アルファーフォーラム（株） 正会員

^{*3} お茶の水女子大学人間文化研究所 正会員

^{*4} お茶の水女子大学生生活科学部 正会員

1. 実験方法

1.1 測定方法

市販の松脂剤（成分：松脂と水分）、生漆、亜麻仁油、およびエコ用の植物性ワックスA（成分：荏胡麻油、ライスワックス、ティーツリーオイルなど）をそれぞれアルミ板に塗布し、アドテック社製の小型チャンバーADPAC（20L）によって7日間の揮発性有機化合物測定を行った。測定条件は温度 28℃、湿度 50%、換気回数 0.5 回/h（空気流速 167mL/min）、試料負荷 2.2m²/m³を目安とした。アルミ板 148×148mm の部分に試料約 1 g を塗布してサンプルホルダーで固定したものを 2 枚を小型チャンバーに設置し、所定時間ごとにチャンバーから流出する空気中の揮発性有機化合物を捕集した。アルデヒド・ケトン Waters 社製アクティブサンプラー-Sep-Pak DNPH Silica Cartridge で捕集し、液体クロマトグラフィーにより、その他の揮発性有機化合物は GL サイエンス社製 Tenax TA で捕集し、加熱脱着 GCMS で分析した。

1.2 分析方法

アルデヒド、ケトン捕集した DNPH カートリッジからアセトニトリル 5mL でこれら化合物を抽出し、抽出液を液体クロマトグラフィーで分析した。カラムは日本分光工業社製 CREST PAK C18S（内径 4.6mm、長さ 150mm）を 40℃で、検出は分光光度計検出器を波長 360nm で、溶離液はアセトニトリル 55%水溶液を流速 0.8mL/min で使用し、試料注入量は 20 μL とした。

Tenax TA で捕集した揮発性有機化合物は島津製作所社製 GCMS-QP5050A で分析した。熱脱着温度は 200℃、カラムは GL サイエンス社製キャピラリーカラム TC-1（内径 0.32mm φ、長さ 60m、膜厚 1.0 μm）、トラップは -20℃で 200℃まで昇温、キャリアガス（ヘリウム）流速は 3.4 mL/min とした。

2. 結果および考察

4 種類の試料からの放散速度は以下のような 4 つの型、単純な蒸散支配型、塗膜形成型、酸化反応型および誘導期間のある酸化反応型を示した。

2.1 単純な蒸散支配型（松脂剤）

松脂剤をアルミ板に塗布したとき放散した主なアルデヒド・ケトンは放散速度の大きい方からアセトアルデヒド（以後 AA と略記する）、ホルムアルデヒド（以後 FA と略記する）およびアセトン（以後 AON と略記する）で、これらの放散速度の経時変化を図-1 に示す。この図の曲線は各測定点を滑らかに繋いだスプライン曲線である（図-3～9、12、14 も同様）。FA の放散速度は初期（3 時間後）から 2 日後にかけて急激に減衰している。2 日目以後は多少のばらつきはあるが 7 日間でほとんど零に近

づく。AA や AON では FA に比べばらつきは大きい、ほぼ同様の結果と言える。AA と AON では初期に多少上昇した後に下降しているがこれは見かけのもので、実際には初期に放散速度が上昇しているのではなく、放散開始直後では AA や AON がチャンバー内にいまだ行き渡っていないので過小評価されたためである。

単純な蒸散支配型放散は 1 次減衰モデルの式（1）で表される¹⁴⁾。

$$EF = EF_0 \times \exp(-kt) \quad \dots (1)$$

2 日以内に式（1）の指数関数回帰を適用した結果は図-2 のようで、相関係数は FA : 0.997、AA : 0.831、AON : 0.884 となり、EF₀ は FA : 9.76、AA : 6.85、AON : 3.47 (μg/m²h) となった。なお、2 日以後では

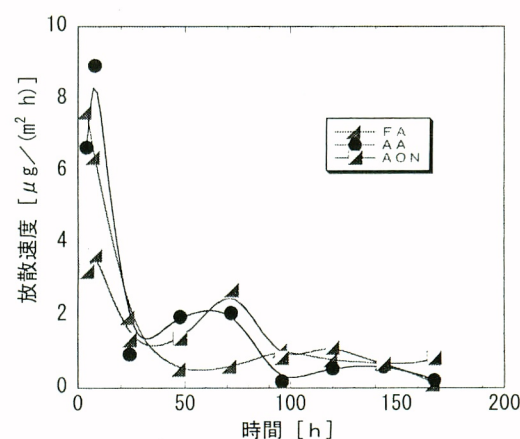


図-1 アルミ板に塗布した松脂剤からの放散速度

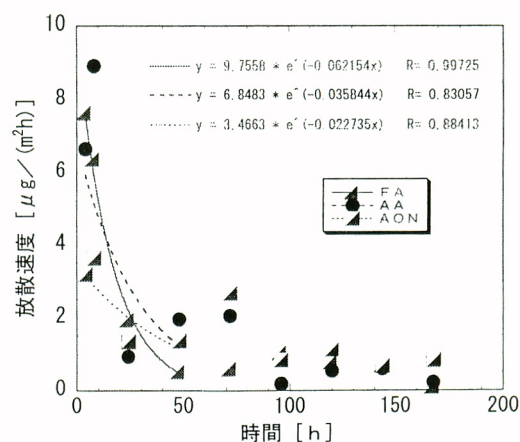


図-2 松脂剤からの放散における指数関数回帰

測定誤差が相対的に大きくなり、蒸散による減衰としては2日以内に回帰曲線を求めた。

2.2 塗膜形成型（生漆）

生漆をアルミ板に塗布したとき放散した主要なアルデヒド・ケトン放散速度の大きいものからAA、クロトンアルデヒド（以後CAと略記する）、2-ブタノン（以後2BONと略記する）であった。これらの放散速度の経時変化を図-3に示す。この図でAAは24時間までは急激な減少を示したが、24時間以後は下降せずほぼ一定となった。これは単純な蒸散支配型の放散とは言えない。このようになるのは、漆では塗膜を形成するためAAが塗膜の中に補足され塗膜内部からの拡散支配型放散になり、塗膜形成後は放散速度が一定になるためと考えられる。また、このように揮発性有機化合物が塗膜に補足され、塗膜から放散するときは揮発性有機化合物の放散は中長期続くものと考えられる¹⁵⁾。

CAについては高さはないがほぼ一定となっており、AAと同様に塗膜に補足され内部拡散支配型の放散に移行していると言える。2BONでは、ほとんど零付近で内部拡散支配型とは言えないように見えるが、この場合は絶対量が小さいため零付近を這う形となると考えられる。もし2BONも塗膜に補足されているのであれば、放散は微量ながら中長期続くものと考えられる。

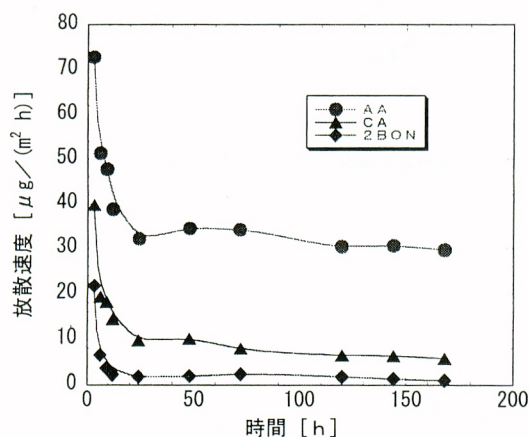


図-3 アルミ板に塗布した漆からの放散

塗膜からの揮発性有機化合物放散に関しては、Henleyらが高分子塗膜から揮発性有機化合物が放散することの懸念を述べている¹⁵⁾。また、塗膜から放散する微量の揮発性有機化合物を分析する方法の開発に関する報告がある^{16), 17)}。Bagdaらは塗膜中に残存したFAの放散挙動について述べている¹⁸⁾。Krebsらは石膏に塗った塗料か

らの長期的な揮発性有機化合物放散は、揮発性有機化合物の塗膜内の拡散課程により制約されると述べている¹⁹⁾。

このように、放散が塗膜からのものであれば、中長期的な放散はアルデヒド・ケトンが漆の塗膜内を拡散するときの透過性、あるいは漆の塗膜の緻密さと関係がある。そこで、漆からのアルデヒド・ケトン放散においてアルデヒド・ケトンが漆の塗膜を拡散、透過するときの物質移動係数を求めた。方法としては、化合物の建材透過における方法^{20), 21)}を塗膜透過に応用した。

小型チャンバー内で、検体からの化学物質放散速度はチャンバー内濃度に支配される。チャンバーが閉鎖され、チャンバー内濃度が検体と平衡になれば放散は止まる。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)を示した^{20), 21)}。

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

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

$$1/C = 1/C_e + 1/kC_e \cdot n/L \dots (4)$$

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 および物質移動係数 k を求めることができる。ここで物質移動係数 k は、漆からのアルデヒド・ケトンが塗膜およびチャンバー内の空気を通過するときの総括物質移動係数である。この総括物質移動係数は式(5)によって表される。

$$1/k = 1/k_g + 1/k_o \dots (5)$$

空気中の物質移動係数 k_o としてADPAC内の水蒸気の物質移動係数 $4.3(\text{m/h})$ を採用すれば²¹⁾、式(5)より揮発性有機化合物が漆の塗膜を透過するときの物質移動係数 k_g を求めることができる。そこで、 $1/C$ と n/L との関係を求めるため、換気回数と試料負荷を変えてチャンバー内濃度の経時変化を求めた。その結果を図-4～9に示す。これらの図でAAに関し、2日目における $1/C$ と n/L の関係を求め、結果を図-10に示す。相関係数 0.988 となり比較的良好な直線性が示された。この図から求めたAAに関する平衡濃度 C_e 、総括物質移動係数 k 及び漆の塗膜を透過するときの物質移動係数 k_g を表-1のAA列に示す。

同様にCAについても $1/C$ と n/L のプロットを求めた結果を図-11に示す。相関係数は 0.952 とAAより小さくなった。この図より求めたCAの平衡濃度 C_e 、総括物質移動係数 k および塗膜透過の物質移動係数 k_g を表-1のCA列に示す。FAに関してはMDF透過において $0.71(\text{m/h})$ 、EPS透過において $0.05(\text{m/h})$ の既計算値がある²¹⁾。表-1の結果はAA、CAに関するもので、FAに関する既計算値とそのままで比較することは

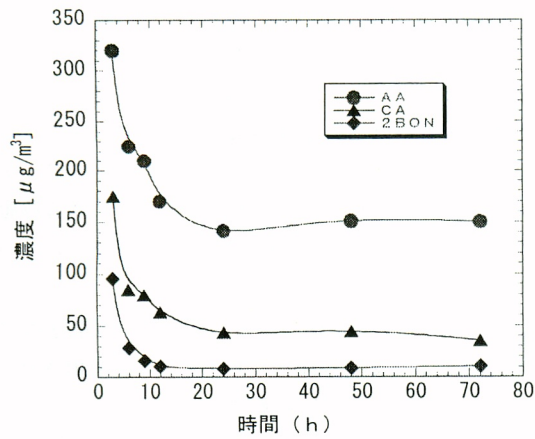


図-4 漆からの放散でのチャンバー内濃度 (L=2.2;n=0.5)

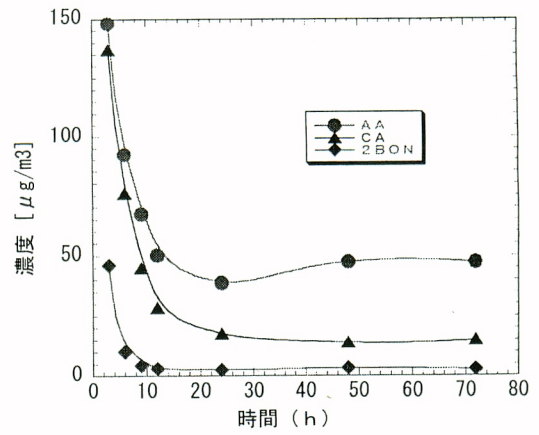


図-7 漆からの放散でのチャンバー内濃度 (L=1.1;n=1.0)

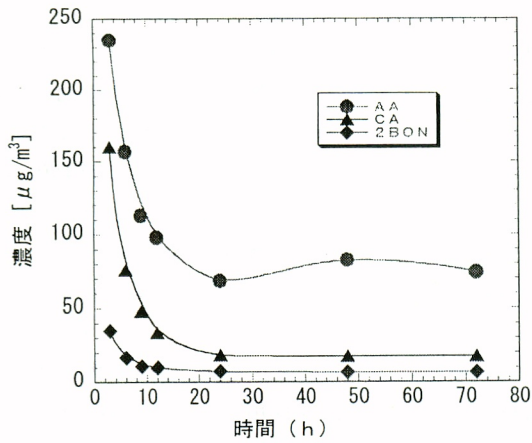


図-5 漆からの放散でのチャンバー内濃度 (L=1.1;n=0.5)

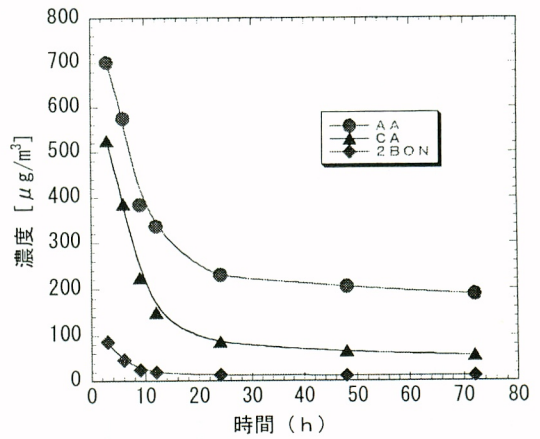


図-8 漆からの放散でのチャンバー内濃度 (L=2.2;n=0.25)

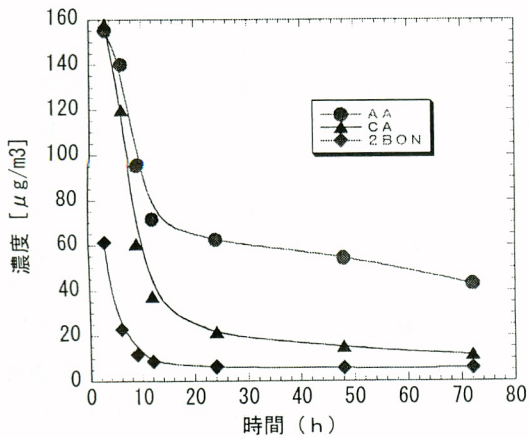


図-6 漆からの放散でのチャンバー内濃度 (L=0.55;n=0.5)

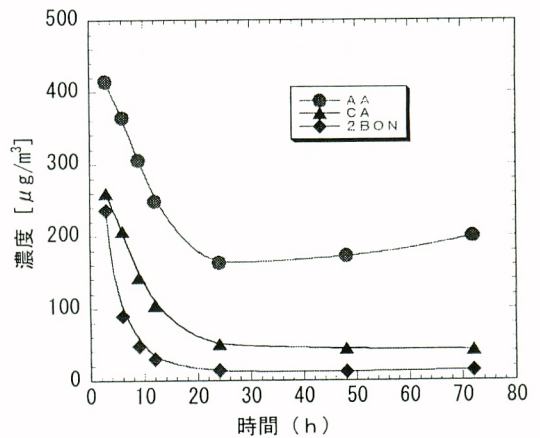


図-9 漆からの放散でのチャンバー内濃度 (L=1.1;n=0.25)

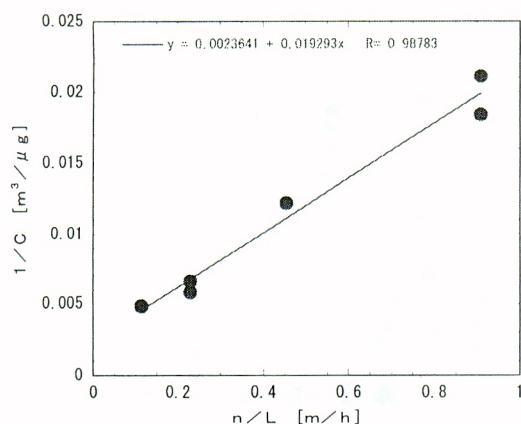
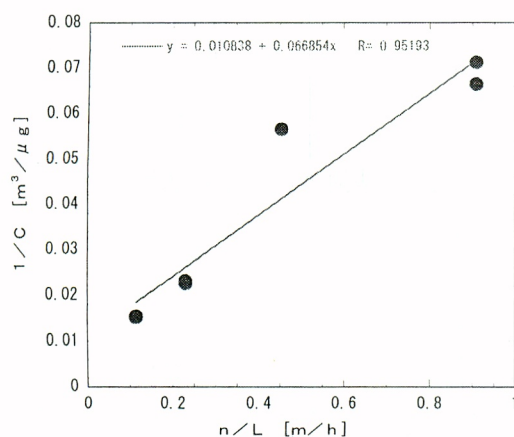
図-10 漆からの放散での n/L と $1/C$ の関係 (AA)図-11 漆からの放散での n/L と $1/C$ の関係 (CA)

表-1 平衡濃度及び物質移動係数

	AA	CA
Ce ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	435	90.9
k(m/h)	0.12	0.16
kg(m/h)	0.12	0.17

できないが、一応の目安としてFAのMDF透過とEPS透過の間の値となった。

2.3 酸化反応型 (亜麻仁油)

亜麻仁油をアルミ板に塗布したとき放散した主要なアルデヒド、ケトン放散速度の大きいものから、プロピオンアルデヒド (以後PAと略記する)、ヘキサアルデヒド

(以後HAと略記する)、AAであった。これらの放散速度の経時変化を図-12に示す。この図でPA、HAおよびAAいずれも放散速度は上昇し2日目以後多少の変動はあるものの、概略的に見ればほぼ一定で推移している。

液状材料である亜麻仁油からの揮発性有機化合物放散が蒸散支配型放散であるとしたら、放散速度は時間の経過に伴い下降するはずである。ところが実際には図-12のように上昇することが分かった。その理由として揮発性有機化合物がチャンパー壁などに吸着されるためにチャンパーから出る時間に遅れが生じるとも考えられる。しかし、もしそうであるなら亜麻仁油から放散されるAAは松脂剤や漆からでも放散されるので、図-1や図-3におけるAAも同様の遅れの傾向を示すはずである。図-3ではそのような遅れは全く認められない。従って図-12で放散速度が上昇したのはチャンパー壁などへの吸着が理由ではない。また、図-1のAAでは放散開始直後に多少の上昇が認められるが、その理由は先に説明したようにAAがチャンパー内に未だ行き渡っていないための過小評価であると考えべきで、図-12における2日間に渡る上昇とは区別すべきものである。亜麻仁油は二重結合の多いリノレン酸など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²²⁾、¹⁰⁾、放散速度の上昇はこのためと考えられる。

これらのことを検証するため、GCMSでの分析を行った。図-13は3時間後、1日後、7日後におけるGCMSのクロマトグラムを示す。クロマトグラムの各ピークは1=8=18は酢酸、2=13はHA、3はシクロヘキサン、(1-メチルエチリデン)、4=15=22は1,4-ヘキサジエン、3-エチル、5はオクタナール、6=16は3,5-オクタジエン-2-オン、7=17はノナナール、9は2,3-ペンタンジオン、10=19はペンタナール、11=20は1-ヒドロキシ-2-ブタノン、12はトルエン、14は2H-ピラン-2-カルボキシアルデヒド、5,6-ディヒドロ、21はHAおよび酢酸、23は2-オクテナール、(E)である。

初期や中期では比較的分子量の大きい物が多く、後期では低分子量の物が多くなっており、高分子量の物が空気中の酸素や微量のオゾンにより酸化されて低分子のアルデヒド、ケトンを生じたものと考えられる。なお、ここでのGCMS結果は揮発性有機化合物のみを見ており、図-13に現れない揮発しにくい成分からも酸化されることにより低級アルデヒド、ケトンが生じると考えられる。

2.4 誘導期間のある酸化反応型 (植物性ワックスA)

植物性ワックスAをアルミ板に塗布したとき放散した主要なアルデヒド、ケトンは放散速度の大きいものから、PA、HA、AON、AA及びパレルアルデヒド (以後VAと略記する) であった。これらの放散速度の経時変化を

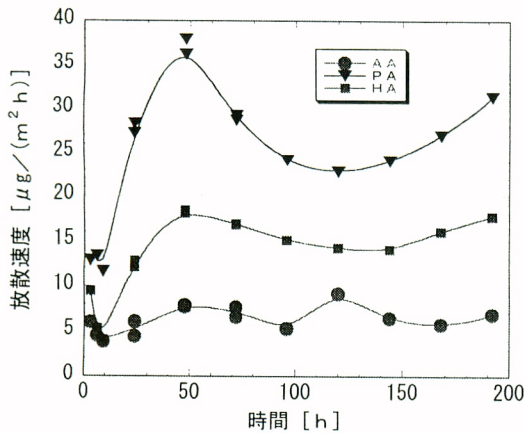


図-12 アルミ板に塗布した亜麻仁油からのVOCs放散

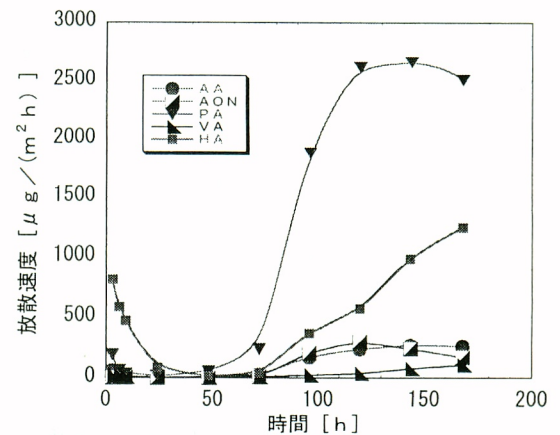
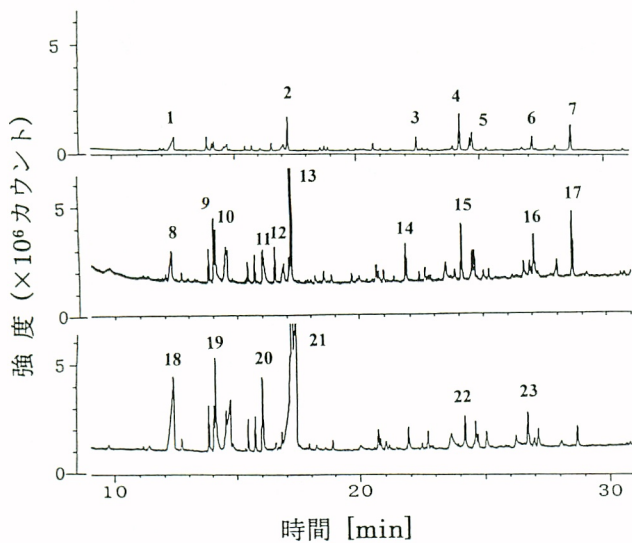


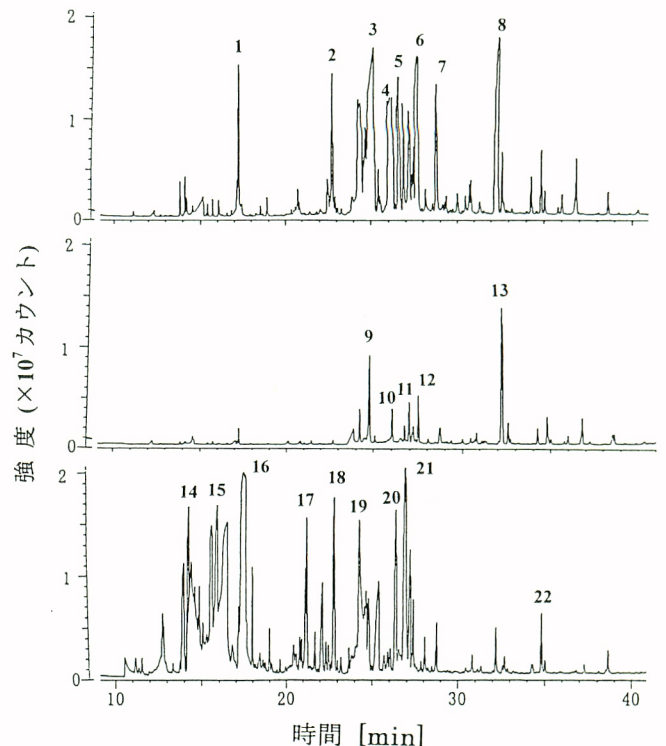
図-14 アルミ板に塗布したワックスAからのVOCs放散



注 上から3時間後、1日後、7日後のクロマトグラムを示す。

図-13 亜麻仁油からの放散におけるクロマトグラム

図-14に示す。この図で、いずれのアルデヒド、ケトンの放散速度も2日間は下降するが以後上昇し、5日目程度から一定になる傾向が認められる。植物性ワックスAは油脂類からなり、2日目以後の放散速度上昇は亜麻仁油と同様に酸化反応によるものとして理解できる。ただ、ワックスAの場合市販の製品であるため、このような酸化反応は極力抑えた方が好ましい。具体的には、ワックスAの主成分である荏胡麻油中に存在す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²²⁾、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。なお、図-14においてHAだけは7日後でも上昇が止まってない。これは酸化反応によってHAが生じ易く、補給され易いためと考えられる。



注 上から3時間後、1日後、5日後のクロマトグラムを示す。

図-15 ワックスAからの放散におけるクロマトグラム

これらのことを検証するため、GCMSでの分析を行った。図-15は上から3時間後、1日後、5日後でのGCMSのクロマトグラムを示す。クロマトグラムのピークは1=16はHA、2=18は2-ヘプテナール、(Z)-、3=19は2,4-ヘプタジエナール、(E,E)-、4=10はベンゼン、1-メチル-2-(1-メチルエチル)-、5はユーカリプトル、6=12は1,4-シクロヘキサジエン、1-メチル-4-(1-メチルエ

チル)、7はシクロヘキサン,4・メチル・3・(1・メチルエチリデン)、8=13は3・シクロヘキセン・1・オール,4・メチル・1・(1・メチルエチル)、9は1,4・ヘキサディエン,3・エチル、11は2H・ピラン・2・オン,5,6・ディヒドロ、14はペンタナール、15はペンテナール、17はオキシラン、ペンチル、20は2・オクテナール,(E)、21は2・ノネナール,(E)である。

1日後では放散があまり見られないのに、5日後では多くの放散が見られる。このことから、2日以後ではここのクロマトグラムに現れない比較的沸点の高い化合物(例えばノレン酸)が空気中の酸素や微量オゾンによってラジカル連鎖反応的に酸化され²²⁾、比較的沸点の低い化合物になって行く過程でPAやHAが生成するのではないかと考えられる。

まとめ

小型チャンバー法によってアルミ板に塗布した松脂剤、生漆、亜麻仁油および植物性ワックスAからの揮発性有機化合物放散速度を測定した。その結果以下の知見が得られた。

- 1) これら4種の天然系液状材料の塗布におけるアルデヒド、ケトン放散の経時変化は異なる4つの型を示した。
- 2) 松脂剤の塗布ではそのまま減衰する単純な蒸散支配型の放散を示した。一次減衰モデル式の指数関数回帰を適用した結果、相関係数はFAで0.997、AAで0.831、AONで0.884となった。
- 3) 生漆の塗布では、塗布後1日間程度は放散速度が減衰したが、その後減衰が止まり一定速度となった。これは漆の塗膜が形成され、揮発性有機化合物が塗膜に補足され、内部拡散支配型の放散に移行したためと考えられる。漆の塗膜を透過するときの物質移動係数 k_g はAAで0.12、CAで0.17(m/h)となった。
- 4) 亜麻仁油の塗布では、塗布後アルデヒド、ケトンの放散速度が上昇した。これは亜麻仁油成分が空気酸化され低級アルデヒド、ケトンが生成したためと考えられる。
- 5) 植物性ワックスAの塗布では始めの2日間は放散速度が下降し、以後上昇する傾向が認められた。これはワックスA中の抗酸化性化合物により空気酸化が抑えられ、酸化反応が2日以後に起こるためと考えられる。
- 6) 以上のように天然系液状材料からの揮発性有機化合物放散では単純な蒸散支配型放散、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。

記号

C : チャンバー内濃度	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
C _e : 平衡濃度	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
E F : 放散速度	[$\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{h})$]
EF ₀ : t=0 における放散速度	[$\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{h})$]
k : 総括物質移動係数	[m/h]
k _g : 建材(塗膜)内の物質移動係数	[m/h]
k ₀ : 空気中の物質移動係数	[m/h]
k ₁ : 1次減衰係数	[h ⁻¹]
L : 試料負荷率	[m ² /m ³]
n : 換気回数	[h ⁻¹]
Q : 換気量	[m ³ /h]
S : 放散表面積	[m ²]
t : 時間	[h]
V : チャンバー容積	[m ³]

* 本論文は2件の口頭発表(下記梗概集参照)をまとめ加筆・修正したものである。

- ・デエイシー ディアス他、日本建築学会大会学術講演梗概集(北海道)41473(2004・8),pp.D-2-973-974
- ・デエイシー ディアス他、室内環境学会、合同研究発表会講演予稿集、C-20,(2004・10), pp.234-235

参考文献

- 1) デエイシー ディアス・中井敏博・田中敏之・田中辰明：天然系建材から放散する化学物質、空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集(松江),(2003・9),pp.417-420
- 2) デエイシー ディアス・中井敏博・田中辰明：塗料の塗布における塗膜形成と化学物質放散、日本建築学会大会学術講演梗概集(北海道),(2004・8),pp.D-2-973-974
- 3) 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、日本建築学会大会学術講演梗概集(北陸),(2002・8), pp.917-918
- 4) Hoven V.P., Pattanakaran K., Tanaka Y. : Determination of Chemical Compounds that Cause Mal-odor from Natural Rubber, Rubber Chem. Technol. Vol. 76(2003・5), pp.1128-1144
- 5) Bao Z., He J., Hou F., GC/MS Analysis and the Mechanism of Formation of Certain Mutagenic Compounds in the Volatile Condensates of Heated Edible Oils., Huanjing Kexue Xuebao, Vol. 14(1994・3), pp.385-388
- 6) 野崎敦夫・折笠智昭：フローリング建材、自然塗料からのガス状汚染物質の発生に関する研究、室内環境学会講演予稿集(2004・10), pp.286-289
- 7) 真砂和彰・山崎敏幸・厚川秀樹：自然系塗料による木材塗装技術に関する研究(Ⅱ) 塗装後の溶剤放出量について、埼

- 玉県工業技術センター研究報告, Vol. 3(2001), pp.115-117
- 8) Howard E.M., Mccrill R.C., Krebs K.A.: Indoor Emissions from Conversion Varnishes, J. Air & Waste Manag. Assoc., Vol. 48(1998-10), pp.924-930
- 9) 寺門秀人・浅野俊之: 天然塗料を用いた機能性塗膜の研究, 茨城県工業技術センター研究報告, No.31(2003), p.8
- 10) 森林太郎, リノリウムのエコ×性能 なるほど知識, 建築知識, Vol. 45(2003-11), pp.180-181
- 11) Diehlmann A., Kreisel G.: Ökologische Bilanz von UV-härtenden Lacken auf Leinölbasis, Farbe Lack, Vol. 106(2000-12), pp.101-102
- 12) Kumar K.P.V., Sethuraman M.G.: Studies on Oleoresinous Varnishes and Their Natural Precursors, Prog. Org. Coating, Vol. 49(2004-3), pp.244-251
- 13) Morrison G.C., Nazaroff W.W.: Ozone Interactions with Carpet: Secondary Emissions of Aldehydes, Environ. Sci. Technol., Vol. 36(2002-10), pp.2185-2192
- 14) 岩下剛・木村建一: ラワン合板から放たれるホルムアルデヒドの時系列発生量の算定法に関する基礎的研究, 空気調和・衛生工学会論文集, No.75(1999-10), pp.13-20
- 15) Henley M.V., Weber R.M.: Evaluation of Volatile Organic Compound Emissions from Line-X XS-350 Polymer Coating. Final Technical Report, AD Report(2002)
- 16) 波多野直子・清田光晴: 塗膜から揮発するVOCの定量測定, 塗料の研究, No. 137(2001), pp.18-23
- 17) 清田光晴・三好健司・藤谷俊英: 塗膜から発生する微量ビスフェノール類の分析, 色材研究発表会講演要旨集, Vol. 1999, pp.24-25
- 18) Bagda E., Brenner T., Wensing M.: Zur Formaldehyd Emission aus Dispersionsfarben, Farbe Lack, Vol. 103(1997-8), pp.87-91
- 19) Krebs K., Lao H.C., Fortmann R., Ticheno R.B.: Test Methods for Determining Short and Long Term VOC Emissions from Latex Paint, PB Report(1998), PB-98-155054
- 20) J.J. Hoetjer, F. Koerts: A Model for Formaldehyde Release from Particleboard, 0097-6156/86/0316-0125\$06.00/0, J. Am. Chem. Soc. Vol. 108(1986), pp.125-144
- 21) 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(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
- 22) 藤谷健: あぶら(油脂)の話, (2000), pp.27-31, 82-91, 96-101, 裳華房

(2004年10月27日原稿受付)

Types of VOCs Emissions from Natural Liquid Materials

by Deisy Diaz^{*1}, Yasuhisa Kobayashi^{*2}, Toshihiro Nakai^{*3}, Tatsuaki Tanaka^{*4}

Key Words: Measurement, Natural Liquid Material, Volatile Organic Compound, Emission Rate

Synopsis: From the point of view of indoor air pollution, it is necessary to investigate systematically the emissions of volatile organic compounds from natural building materials. Especially, the emissions of volatile organic compounds from natural liquid materials were taken up and researched, because liquid materials such as paints or adhesives often cause troubles.

As a result of this research, it was known that there were some types of aldehyde・ketone emissions after paintings of natural liquid materials. Pine resin, urushi, linseed oil and vegetable oil wax on the market showed typical 4 types of emissions, those were the simple emission controlled by a vaporization, the emission from a coating film, the emission accompanied by an oxidation and the emission accompanied by an oxidation with a time lag. The mechanisms of aldehyde・ketone emissions from these materials were discussed. For the forecasts of long term emissions from natural liquid materials, the considerations of these emission types are necessary.

(Received October 27, 2004)

^{*1} Graduate Student, Ochanomizu Univ., Student Member

^{*2} Alfa ForumCo., Ltd., Member

^{*3} Human Culture Labo., Ochanomizu Univ., Member

^{*4} Dept. of Life Science, Ochanomizu Univ., Member