

I-1.7. 汚染対策塗料

i) 自然塗料(その1)

分担研究者 野崎淳夫 東北文化学園大学大学院 健康社会システム研究科 教授

A. はじめに

室内化学物質汚染の原因として、住宅内で使用されている建築材料や家庭用品が指摘されている。

特に、複合フローリング建材は合板で構成されており、また表面塗装が施されているため、化学物質発生量も大きいと考えられている。化学物質発生量が比較的小さいと言われる無垢フローリング建材においても、塗装処理したものから、多量の化学物質放散があることが、野崎らの研究で明らかになっている¹⁾。

本研究では、最近の住宅で採用されている無溶剤型塗料(自然塗料)またはワックス(天然型ワックス)を塗布した無垢材フローリングからの化学物質放散速度を明らかにすることを目的とするものである。

B. 実験概要

1. 測定対象の自然塗料と天然型ワックス

表-1 に測定対象とした自然塗料と天然型ワックスを示す。

表-1 に示した製品を無垢フローリング材に刷毛で均一に塗布した。未塗装の無垢フローリング材は試験片(NP)と表記した。

無垢フローリング材は桧を使用し、試料負荷率が $2.2[m^2/m^3]$ となるように、 $340 \times 210[mm]$ の大きさのものを用いた。

2. 実験条件と実験装置

チェンバー内の環境条件を温度 $23 \pm 1[^\circ C]$ 、相対湿度 $50 \pm 1[\%]$ 、換気回数 $0.5 \pm 0.01[回/h]$ 、気流 $0.2 \sim 0.3[m/s]$ に制御した。実験システムは、図-1 に示される。

表-1 自然塗料と天然型ワックス

試験片	塗布剤	種類	処理方法	主要成分
NP(A)	塗料A	天然由来塗料	2回塗り	アマニオイル、アマニスタドオイル、天然樹脂エステル、オレンジピールオイル、珪酸、無溶剤溶剤
NP(B)	塗料B			シトール、亜麻仁油、ギリ油スタン、油、カルナバ 蠟、蜜蝋、タンマル樹脂、コロコニウムエステル
NP(C)	ワックスC	天然ワックス	2回塗り	蜜蝋、カルナバ 蠟、芳香テレピン油、柑橘類の皮から抽出した精油、ポピル亜麻仁油
NP(D)	ワックスD			木蝋、カルナバ 蝋、キャラテラ、ロウ、精油亜麻仁油、米ぬか抽出物
NP(E)	ワックスE			荻油から取り出した蝋、アルファーリルン酸
NP(F)	未塗装			

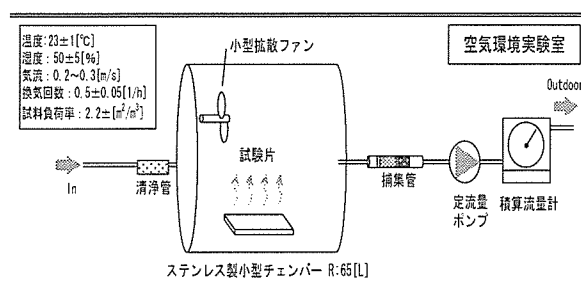


図-1 実験装置の概要図

3. 測定機器

(1) 捕集装置

- 1) 定流量ポンプ【Sibata 社製、Model:MP Σ -30】
- 2) 積算流量計【Shinagawa 社製、Model:DC-1A】
- 3) VOC 捕集管【PERKIN ELMER 社製、Air-toxics】

(2) 分析装置

- 1) 加熱導入装置【PERKIN ELMER 社製、Turbo Matrix ATD】
- 2) GC/MS【PERKIN ELMER 社製、Turbo Mass Gold】

4. サンプル条件・分析方法

・固体捕集－加熱脱離－GC/MS法

VOC捕集管を用いて、0.05[l/min]の流量で30[min]採取し、これを分析試料とした。捕集したVOCは加熱導入装置を用いてGC/MSに導入し、定性・定量分析を行った。

5. 実験手順

本実験では、以下の手順により、各試験片についてVOCの発生を求めた。

- (1) チェンバー内を十分に洗浄した後、換気を行う。
- (2) チェンバー内にある一定の環境条件を構築する。(温度 23 ± 1 [°C]、相対湿度 50 ± 5 [%]、換気回数 0.5 ± 0.05 [1/h]、試料負荷率 2.2 [m²/m³])
- (3) 無垢フローリングに塗料またはワックスを塗布し、一般環境中に3日間放置した後、チェンバー内に設置する。
- (4) チェンバー設置1日後、3日後、7日後の試料空気の捕集を行う。

C. 結果及び考察

1. フローリングからのエタノール発生

自然塗料と自然系ワックスにおいて、溶剤型化学物質発生量は小さく、問題物質はエタノールであることが判明した。

試験片のエタノール放散速度を図-2に示す。NP(A、B、D)のエタノールは7日後になると、ほとんど検出されなかった。

しかし、NP(C)では 22 [$\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$]、NP(E)に関しては、 64 [$\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$]の放散速度を示した。

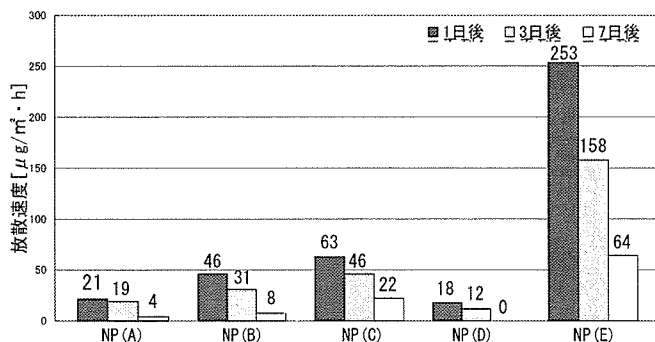


図-2 各試験片のエタノール放散速度

2. フローリングからのVOC発生

エタノールを除いたVOC放散速度の経時変化を図-3～8に示す。

NP(A)の7日後のTVOC放散速度は、1日後 (1133 [$\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$])と比較すると約77[%]減少し、 260 [$\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$]の値を示した。NP(A)から発生するVOC成分は、ケトン類のアセトン、メチルエチルケトン、テルペン類のピネン、脂肪族炭化水素のヘプタン、アルコール類の2-プロパノールである。

NP(B)の7日後のTVOC放散速度は、1日後 (533 [$\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$])と比較すると約66[%]減少し、 187 [$\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$]の値を示した。発生するVOC成分は、アセトン、リモネン、ヘプタン、2-プロパノールである。

NP(C)の7日後のTVOC放散速度は、NP(B)と同程度で、 240 [$\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$]であった。発生VOC成分は、NP(A)と同様にアセトン、ピネン、ヘプタン、2-プロパノールなどである。アセトンは、TVOC放散速度の約9割を占める。

NP(D)の7日後のTVOC放散速度は、 32 [$\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$]であり、最も小さな値を示した。検出されたVOCは、ピネンと2-プロパノールである。

NP(E)の7日後のTVOC放散速度は、 491 [$\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$]であり、最大値を示した。アセトンの発生量が大きく、NP(A～C)と比較して2～6倍大きい。また、ピネン、2-プロパノール、ヘプタン、オクタンの発生も確認された。

未塗装のNP(F)の放散速度は 66 [$\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$]であり、塗装材に比較して明らかに小さい。発生VOC成分は、ピネンと2-プロパノールである。

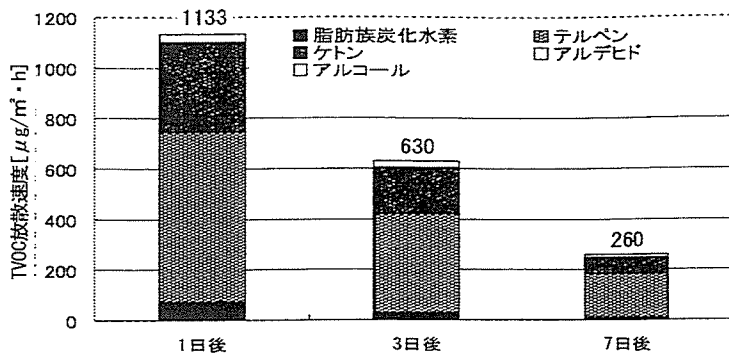


図-3 フローリング(塗料A)のVOC放散速度 (NP (A))

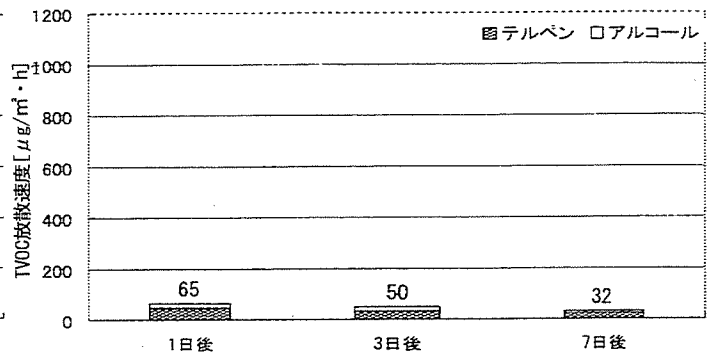


図-6 フローリング(ワックスD)のVOC放散速度 (NP (D))

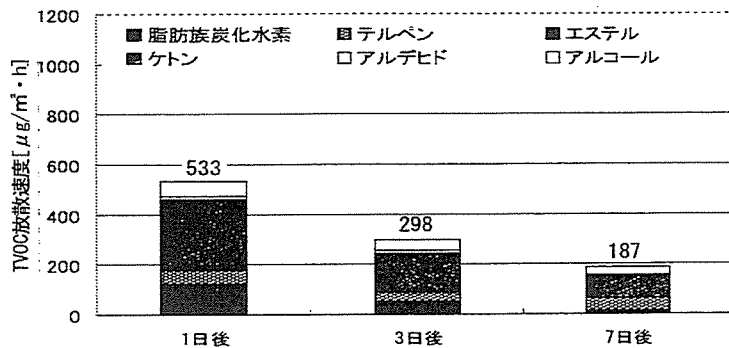


図-4 フローリング(塗料B)のVOC放散速度 (NP (B))

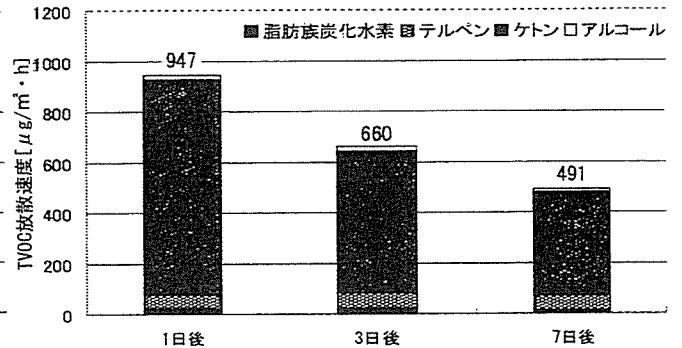


図-7 フローリング(ワックスE)のVOC放散速度 (NP (E))

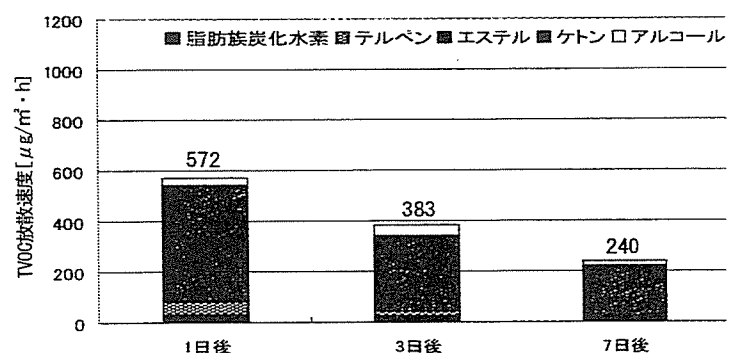


図-5 フローリング(ワックスC)のVOC放散速度 (NP (C))

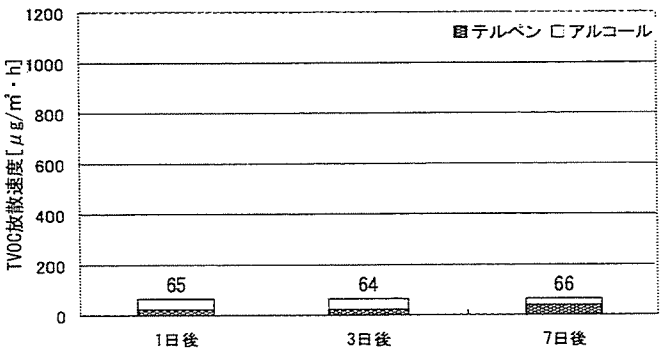


図-8 フローリング(未塗装)のVOC放散速度

D. 結論

本研究では以下の知見を得られた。

- 1) 無溶剤型塗料またはワックスを塗布した無垢フローリング試験片からのVOC発生を定量的に明らかにした。
- 2) 塗布後の時間経過に伴い、VOC放散速度は減少する。
- 3) 自然系塗料、ワックスと表記されている製品ではあるが、全ての検体から、溶剤系化学物質の発生が確認された。特に、エタノールの放散速度が大きい。
- 4) 長期にわたるVOC発生量の変化について把握する必要がある。

E. 健康危機情報

自然系塗料、ワックス塗布の試験片から検出された化学物質の中で、特に大きな放散速度を示したものはエタノールである。

同塗布剤はトルエン、キシレンなどの規制対象物質を全く含まないものと多少含むものとに分かれることが判明した。同物質の使用抑制により、建築現場における施工性低下が生ずる。

すなわち、施工後の塗膜面における乾燥性の低下である。この問題の補填のために、エタノールが使われ始めている。

今回、同塗布剤のエタノール放散性が明らか

かになったが、相当に大きな放散速度であり、高濃度の室内エタノール汚染が危惧される。

今後、室内汚染濃度の実態把握と健康影響に関わる調査も求められるものと思われる。

F. 研究発表

- 1) 野崎淳夫、山田禎子、成田泰章、折笠智昭、大江陽一、長崎衣里：木質建材からの有害化学物質発生に関する研究、室内空気環境とその快適性に関する研究(その35)、第11回(社)大気環境学会北海道東北支部学術集会講演要旨集、pp. 32~33、2004年11月
- 2) 野崎淳夫、折笠智昭：小型チェンバーによる建築材料からのVOCの放散に関する研究、ムクフローリング建材、自然塗料からのVOC放散測定、第45回大気環境学会年会講演要旨集、p664、2004年10月
- 3) 野崎淳夫、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、日本環境学会・室内環境学会合同研究発表会講演予稿集、pp. 286~287、2004年10月

- 4) 野崎淳夫、折笠智昭：ムクフローリング建材、自然塗料からのVOCの発生に関する研究、空気調和・衛生工学会学術講演論文集、pp. 1411~1414、2004年9月
- 5) 野崎淳夫、大澤元毅、桑沢保夫、田辺新一：塗布剤の化学物質除去性能に関する研究(その1)、日本建築学会学術講演梗概集、D-II、pp. 1095~1096、2004年8月
- 6) 野崎淳夫、折笠智昭：小型チェンバーを用いたムクフローリング建材、自然塗料からの化学物質放散に関する研究、日本建築学会2004年度大会(北海道)学術講演梗概集、D-II、pp. 969-970、2004年8月
- 7) 野崎淳夫、折笠智昭、坊垣和明、大澤元毅：木製フローリング及び自然塗料からの化学物質の発生に関する研究、第22回空気清浄とコンタミネーションコントロール研究大会予稿集、pp. 270~271、2004年4月

G. 知的財産権の出願・登録

特になし。

I - 1. 7. 汚染対策塗料
ii) 自然塗料 (その2)

分担研究者 野崎淳夫 東北文化学園大学大学院 健康社会システム研究科 教授

A. はじめに

塗料は、例えば建材等の表面に塗布し、塗膜を形成することによって、その保護や美粧を目的としている。しかし、塗膜を形成する過程で発生するトルエン、キシレン等の有害化学物質が室内空気汚染物質として問題となっている。近年では、有機溶剤系塗料の代替塗料として、水を溶剤とする水系の環境配慮型塗料が注目されている。

そこで本研究では、塗料が室内空気質に与える影響を把握するため、2種類の「自然塗料」のVOC放散速度を定量的に明らかにし、その比較検討を行い、健康的な室内空気環境の構築に資する基礎的研究を行うことを目的とする。

B. 研究方法

1. 実験概要

1. 1. 実験装置の概要

本研究では、小形チェンバーシステムを構築し、実験を行った。チェンバー内は、温度:28±1[°C]、相対湿度:50±1[%]、換気回数:0.5±0.05[1/h]に制御した。なお、チェンバー内には、空気清浄化ユニットにより浄化した清浄空気を常時導入した。

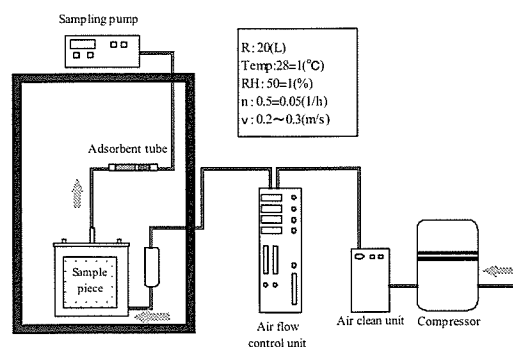


図-1 小型環境制御チェンバーの概要

1. 2. 測定対象塗料と試験片の作製方法

本研究では、自然塗料(6 検体)を測定対象とした。表-1 に自然塗料の概要を示す。

自然塗料を石膏ボード(147×147mm)に均一塗布し、24[h]乾燥させた後、2度目の塗布を行ったものを試験片とした。

実空間において、塗装面からの化学物質の長期放散が問題となるケースがある。これは、木材内部へ浸透した塗料成分が、内部拡散型の発生機構により、徐々に放散することにより生ずるものである。¹⁾

そこで、塗装面からの化学物質放散性を再現するため、塗布基材に石膏ボードを採用した。

表-1 自然塗料の概要

記号	製造元	主たる溶剤	処理方法	適用箇所	成分 (製品記載)
NP1	A社	脂肪性 低臭ホワイト スピリット	2 回 塗 り	屋外 木部用	油脂、顔料、 脂肪性低臭ホワイトスピリット、 シクロフラニド0.7%
NP2				内装 木部用	自然の植物油(ひまわり油、 大豆油、あざみ油)、 脂肪性低臭ホワイトスピリット
NP3				木部 フローリング用	油脂、ワックス、 脂肪性低臭ホワイトスピリット
NP4	B社	水		内装 木部用	亜麻仁油、桐油、鉱物顔料、 メチルセルロース 植物性乳化剤、無鉛乾燥剤
NP5				木部 床用	亜麻仁油、樹木油、 メチルセルロース、水、 植物性乳化剤、無鉛乾燥剤
NP6				木部床 下塗り用	蜜蝋、カラナウバ瀝、亜麻仁油、 メチルセルロース、水、 植物性乳化剤、無鉛乾燥剤

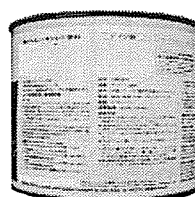


写真-1 自然塗料①
[A社製]

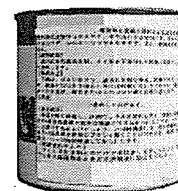


写真-2 自然塗料②
[B社製]

2. 実験手順

本実験は、以下の手順により行った。

- ①20[L]チェンバーを洗浄し、オーブンをを用いてベイクアウトを行った。
- ②恒温槽にチェンバーを設置し、8 時間後のチェンバー内空気を捕集した。
- ③試験片を設置し、塗料塗布 48[h] (2 日) 後のチェンバー内空気を捕集した。
- ④同様に、試験片設置後 72[h] (3 日)、120[h] (5 日)、168[h] (7 日) のチェンバー内空気を捕集した。

C. 結果及び考察

1. ミネラルスピリット系溶剤自然塗料 (NP1～3) の VOC 放散速度

図-2～4 に各試験片 (NP1～3) の VOC 放散速度を示す。

NP1～3 において、5803～13793 [$\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$] (48[h]後) と比較的大きな VOC 放散速度が示された。これは、主たる溶剤の脂肪族炭化水素系物質 (ミネラルスピリット) に起因すると考えられる。

また、全ての試験片で 120[h] 後までは VOC 放散速度の減衰が確認されたが、依然として大きな放散速度であった。さらに、168[h] 後では VOC 放散速度は増大した。

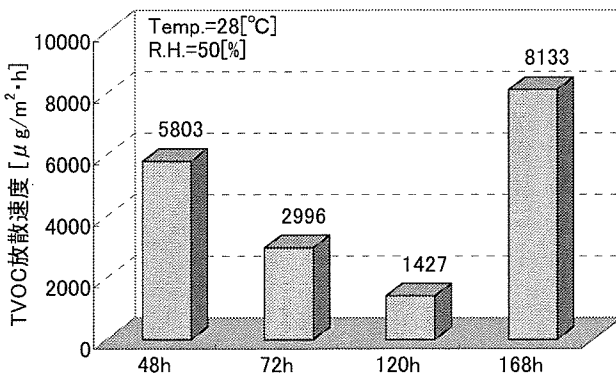


図-2 ミネラルスピリット系自然塗料 (NP1) の VOC 放散速度

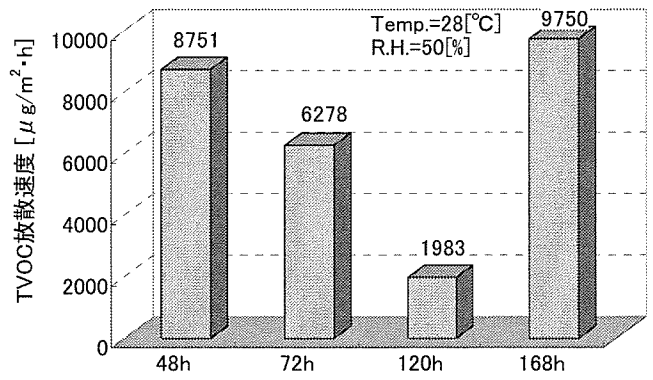


図-3 ミネラルスピリット系自然塗料 (NP2) の VOC 放散速度

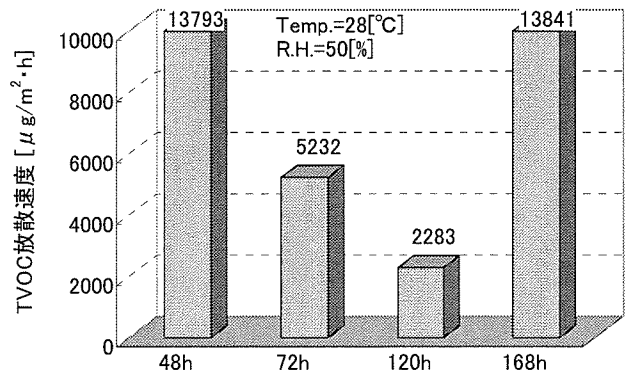


図-4 ミネラルスピリット系自然塗料 (NP3) の VOC 放散速度

2. 水系溶剤自然塗料 (NP4～6) の VOC 放散速度

図-5～7 に各試験片 (NP4～6) の VOC 放散速度を示す。

NP4～6 の VOC 放散速度は、361～975 [$\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$] (48[h]後) とミネラルスピリット系溶剤を含んだ自然系塗料 (NP1～3) と比較して、10 数分の 1 以下であり、明らかに小さい。また、同試験片では、VOC 放散速度は経時で減衰することが確認された。

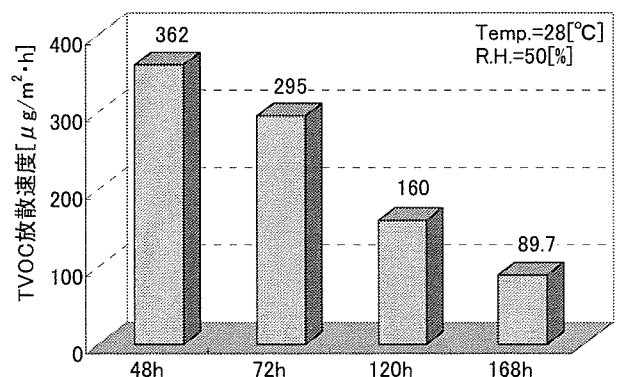


図-5 水系自然塗料 (NP4) の VOC 放散速度

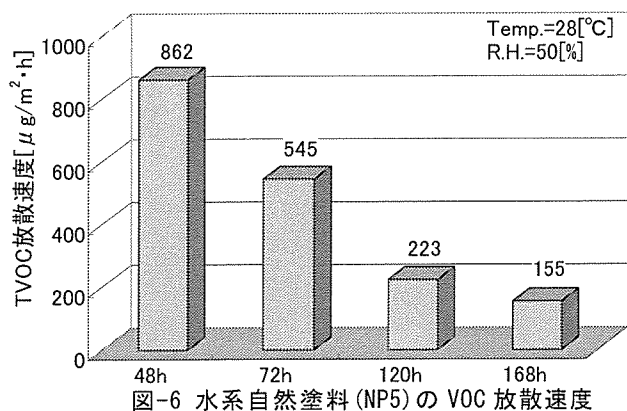


図-6 水系自然塗料 (NP5) の VOC 放散速度

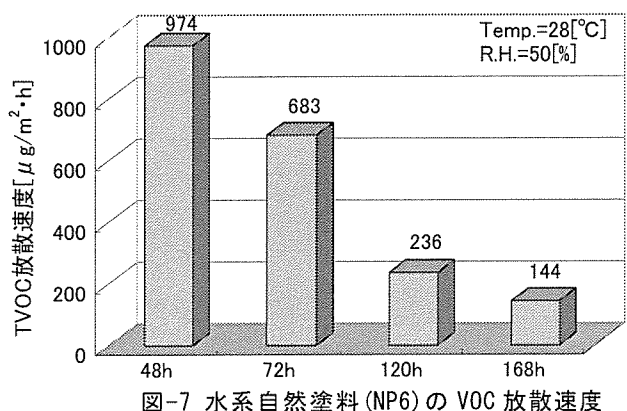


図-7 水系自然塗料 (NP6) の VOC 放散速度

D. 結論

本研究により得られた知見を以下に示す。

- 異なる自然塗料 (2 種類) の VOC 放散速度を定量的に明らかにした。
- 使用溶剤成分により、化学物質の放散速度に明確な差が確認された。

3) 水系自然塗料において、VOC 放散速度は小さく、また、材齢の増大に伴う発生量の減衰も大きい。したがって、本塗料は室内化学物質汚染対策の上で有用なものと言える。

4) ミネラルスピリット系溶剤を用いた自然系塗料 (NP1~3) において、塗布 168[h] 後に放散速度の増大化傾向が見られた。原因は調査中である。

E. 健康危機情報

ミネラルスピリット系溶剤を含んだ塗料において、塗布後 48[h] という短期での測定で比較的大きな放散速度が確認された製品があり、今後更なる検証が必要である。

F. 知的財産権の出願・登録

特になし。

G. 引用文献

- 野崎淳夫、折笠智昭：ムクフローリング建材、自然塗料からの VOC の発生に関する研究、平成 16 年度空気調和・衛生工学会学術講演論文集、pp. 1411-1414、2004 年 9 月

I-1. 7. 汚染対策塗料

iii) 自然塗料(その3)

分担研究者 野崎淳夫 東北文化学園大学大学院 健康社会システム研究科 教授

A. はじめに

i. では、自然塗料のVOC放散速度について明らかにし、使用溶剤の違いにより明確な差が見られることを確認した。

本報では、同自然塗料のVOC成分別放散速度を求め、使用溶剤が発生成分に与える影響についての検証を行う。

1. (社)日本塗料工業会のVOC自主表示ガイドライン

(社)日本塗料工業会(以下:JPMA)では、「室内環境汚染対策のためのVOC自主表示ガイドライン」(2005年4月制定)を定めている。

本ガイドラインでは、塗料中のトルエン、キシレン、エチルベンゼンの含有量合計が1[%]以下の製品について、「非トルエン・キシレン塗料」の表示を「自己責任で自主的に表示すること」としている。また、JPMAでは健康リスクに対する居室用塗料の目標基準(表-1)と居室用塗料の分類(表-2)も定めている。

表-1 健康リスクに対する居室用塗料の目標基準¹⁾

種類	分類	VOC	芳香族系溶剤	内装	外装
水性系塗料	W1	1%未満	0.1%未満	◎	◎
	W2	1%以上 5%未満	1%未満	○	◎
	W3	5%以上	1%未満	△	○
溶剤系塗料	S1	*	1%未満	×	○
	S2	*	1%以上	×	△

VOC対策として、◎:よく適する、○:適する、△:条件付きで使用、×:適さない

(S1, S2): VOC対策には問題あり。居住者の承認が得られた場合のみ使用。ただし、十分な換気を行う。

表-2 居室用塗料の分類¹⁾

塗料設計条件	エマルジョン系	溶剤系
TVOC	1%以下	—
芳香族系溶剤類	0.1%以下	1%以下
アルデヒド類	0.01%以下	0.01%以下
重金属 (鉛、クロム類)	0.05%以下	0.05%以下
発ガン性物質	0.1%以下	0.1%以下
生殖毒性物質		
変異原性物質		
感作性物質	0.1%以下	0.1%以下

B. 研究方法

1. 実験概要

1. 1. 溶剤の種別と溶剤使用量

i. において、使用溶剤の違いによりVOC放散速度の明確な差が確認された。そこで、塗料に用いられる溶剤の種別とその溶剤使用量についての資料収集を行った(表-3、図-1)。図-1に示すように、溶剤使用量の違いがVOC放散速度に影響を及ぼしていることが示唆される。

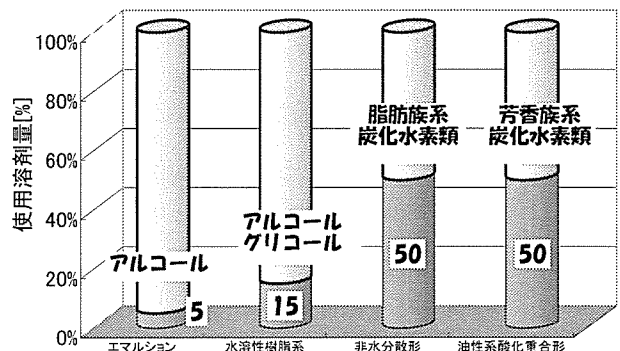


図-1 各種塗料における溶剤使用量¹⁾

表-3 溶剤の種類¹⁾

エーテル系	エチレングリコール、 モノエチルエーテル
エステル系	酢酸エチル、酢酸ブチル、 酢酸アミン
ケトン系	アセトン、メチルエチルケトン メチルイソブチルケトン
アルコール系	エタノール、ブタノール イソプロパノール
脂肪族炭化水素	ミネラルスピリット
芳香族炭化水素	キシレン、トルエン、 ソルベントナフサ

1. 2. 実験概要

測定対象塗料、実験システムと実験手順は前報²⁾と同様である。

C. 結果及び考察

各自然塗料の VOC 成分別放散速度を求めた。なお、本報では塗料塗布 48[h]後と 168[h]の VOC 放散速度を比較し、その発生成分と低減性についての検討を行った。

1. ミネラルスピリット系溶剤自然塗料 (NP1～3) の VOC 成分別放散速度

図-2～4 に各試験片 (NP1～3) の VOC 成分別放散速度を示す。

NP1～3 において、ヘキサン、ヘプタン、ノナナル、ウンデカン、デカナル、ドデカン、トリデカンの比較的大きな VOC 放散速度が確認された。

全ての試験片において、168[h]後にメチ

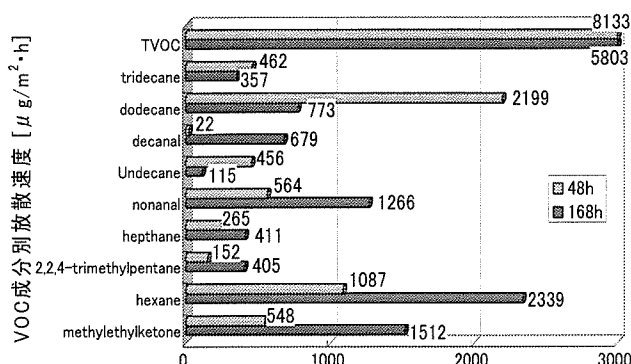


図-2 ミネラルスピリット系自然塗料 (NP1) の VOC 成分別放散速度

ルエチルケトン、ヘキサンの顕著な放散速度の増大化現象が見られた。また、ノナナルの放散速度が顕著に増大した。一方で、ウンデカン、ドデカンは顕著な減衰が確認された。

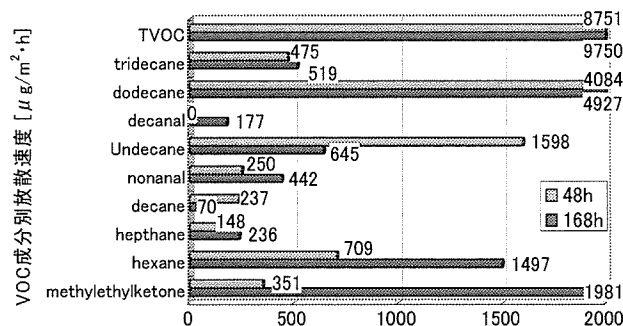


図-3 ミネラルスピリット系自然塗料 (NP2) の VOC 成分別放散速度

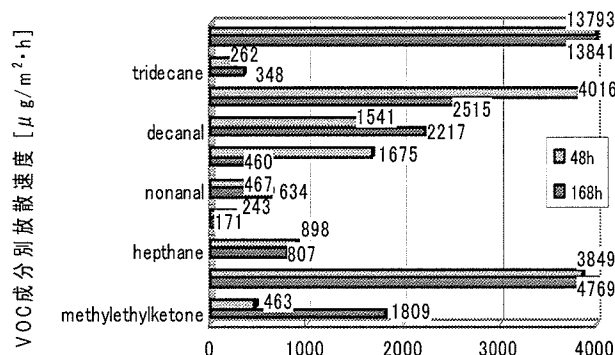


図-4 ミネラルスピリット系自然塗料 (NP3) の VOC 成分別放散速度

2. 水系自然塗料 (NP4～6) の VOC 成分別放散速度

図-5～7 に各試験片 (NP4～6) の VOC 成分別放散速度を示す。

NP4～6 において、メチルエチルケトン、ヘキサン、ヘプタン、ノナナルの比較的大きな発生が示されたが、48[h]～168[h]後の経時での放散速度減衰性は明確であり、特にヘプタンについてはその減衰が顕著であった。また、他の成分についても、168[h]後ではその放散速度は極めて小さい。

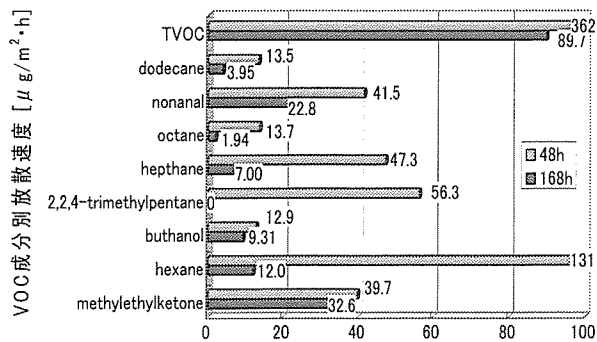


図-5 水系自然塗料 (NP4) の VOC 成分別放散速度

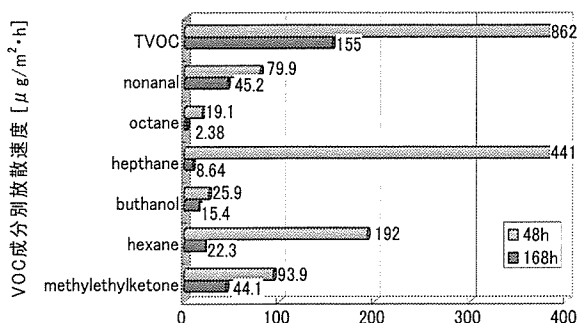


図-6 水系自然塗料 (NP5) の VOC 成分別放散速度

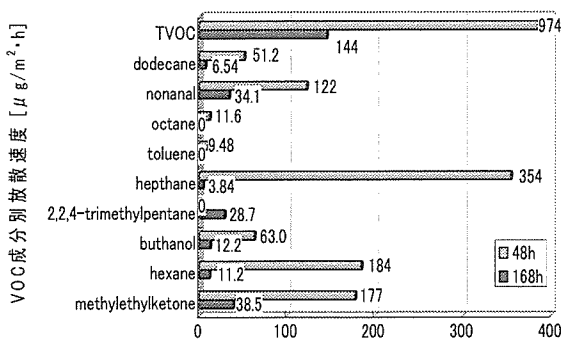


図-7 水系自然塗料 (NP6) の VOC 成分別放散速度

D. 結論

本研究により得られた知見を以下に示す。

- 異なる自然塗料 (2 種類) の VOC 成分別放散速度を定量的に明らかにした。
- 今回調査した水系自然塗料 (NP4~6) は、各種 VOC 成分の放散速度が小さく、室内 VOC 汚染対策として適した塗料と言える。
- 各試験片毎に、VOC 放散速度が異なるものの発生成分は使用溶剤毎にある種の共通性が見られた。
- 使用溶剤に関わらず、ヘキサンの発生が確認された。ヘキサンの発生抑制が検討課題である。

E. 健康危機情報

特になし

F. 知的財産権の出願・登録

特になし。

G. 引用文献

- (社) 日本塗料工業会：室内における健康・安全・環境を考えた塗装設計・施工マニュアル、pp. 10~14、2004 年 1 月 2) 野崎淳夫、杉 茂、田中愛益、井手口真澄、山下祐希、橋本康弘：環境配慮型塗料からの化学物質発生量に関する研究 (その 1) -TVOC 放散速度について- 室内空気環境との快適性に関する研究 (その 53) -、第 13 回 (社) 大気環境学会北海道東北支部学術集会講演要旨集、pp. 10-11、2006 年 10 月

I-1.8. 畳材
i) チャンバー試験による評価

分担研究者 野崎淳夫 東北文化学園大学大学院 健康社会システム研究科 教授

A. はじめに

一般に、畳は「畳表」、「畳床」、「畳縁」により構成されている(図-1 参照)。畳表にはい草、畳床には稲わらが使用されてきたが、近年では作業、運搬、加工性など面からサンドイッチ畳(畳床が稲わらと発泡ポリスチレンで構成されたもの)や建材畳(畳床がインシュレーションボード、発泡ポリスチレンボード、合板等の建材で構成されたもの)が普及している。(図-2、3 参照)

野崎らはサンドイッチ畳や建材畳は、室内化学物質汚染源になりうる事を実験的に検証している。例えば、サンドイッチ畳と建材畳からスチレン等のVOCが発生することを明らかにしている。

また、畳のダニ対策として使われる「防虫シート」と農薬が散布されたい草と稲わらから、有機リンやピレスロイド系化学物質が発生する恐れがある。

そこで、本研究では1)「化学物質低放散仕様畳」と「化学畳」を住宅に敷設し、畳材の室内濃度に与える影響を求め、2)畳材からの発生化学物質に対し、化学吸着材と吸着系内装材による汚染対策の効果を明らかにするものである。

すなわち、畳部における室内汚染対策の基礎的資料の収集を行うものである。

B. 実験概要

1. 試験体概要

低農薬仕様のい草と稲わらを使用し、防虫シートを挿入しない「化学物質低放散仕様畳」を作製し、居室に敷設した。

試験体のサイズは(L:1820[mm]×W:910[mm])である。試験体の概要を表-1と図-4に示す。また、化学素材により構成されてい

る「化学畳」も居室に敷設した。試験体のサイズは(L:1820[mm]×W:910[mm])である。試験体の概要を表-1、図-5、写真-1に示す。

2. 測定対象化学物質

測定対象化学物質はアルデヒド類(ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド)、VOC、有機リン化合物、エステル類化合物とした。写真-3と4に有機リン化合物、エステル類化合物の測定風景と捕集管(AEROカートリッジ)を示す。

3. 測定機器

(1) 捕集装置

捕集装置を以下に示す。

- 炭素系捕集管(Supelco社製、Air toxics)[VOC]
- アルデヒド類捕集管(Waters社製、Sep-Pak Xposure)[HCHO]
- 定流量ポンプ(SIBATA社製:型式:MP-Σ30H、MP-Σ100)[HCHO、VOC]
- 積算流量計(シナガワ社製)[HCHO、VOC]
- 有機リン、エステル類化合物捕集管(GL Sciences社製、AERO LE Cartridge SDB400)
- 定流量ポンプ(GL Sciences社製、SP208-10L)[有機リン、エステル類化合物]

表-1 試験体の概要

	畳	仕様
No.1	化学物質低放散仕様畳	畳表:低農薬い草 畳床:無農薬稲わら
No.2	防虫シート抜き畳	一般の畳から防虫シートを除いたもの
No.3	化学畳	畳表:プラスチック複合板 畳床:ポリプロピレン板

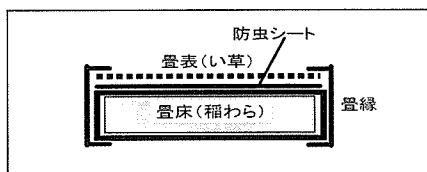


図-1 稲わら畳

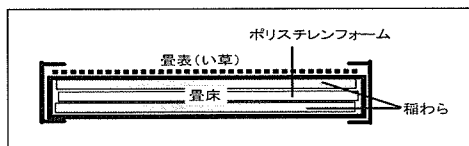


図-2 サンドイッチ畳

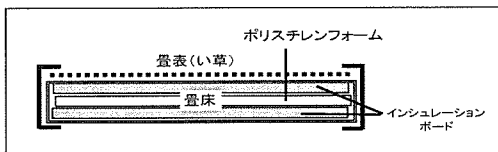


図-3 建材床畳

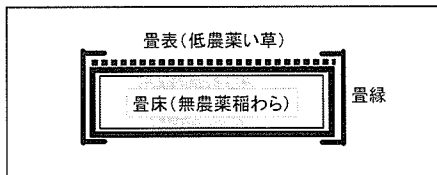


図-4 化学物質低発散仕様畳

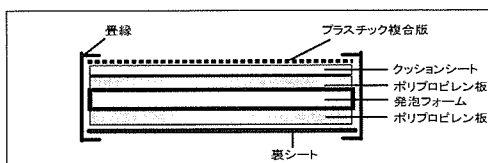


図-5 化学畳

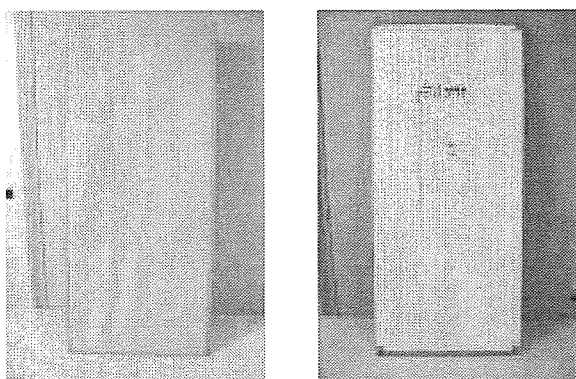


写真-1 化学畳(左:表面、右:裏面)

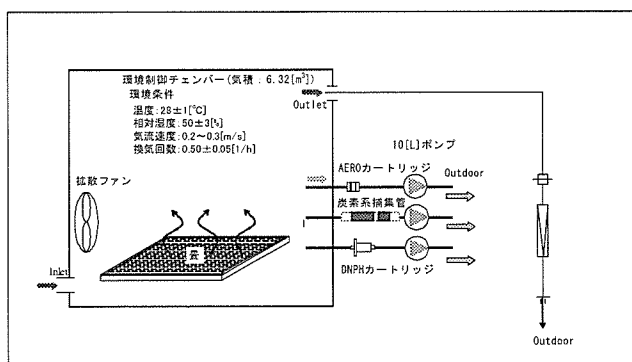


図-6 実験装置の概要

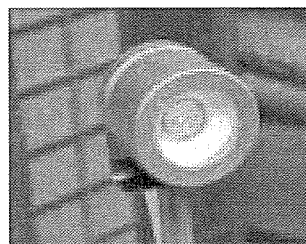


写真-3 有機リン、エステル類化合物捕集管

(2) 測定・分析法

各化学物質の測定・分析法を以下に示す。

- HCHO: 固相捕集-溶媒抽出-高速液体クロマトグラフ (HPLC: High Performance Liquid Chromatograph) 法
- VOC: 固相捕集-加熱脱離-ガスクロマトグラフ/質量分析 (GC/MS) 法
- 有機リン、エステル類化合物: 固相捕集-溶媒抽出-ガスクロマトグラフ/質量分析 (GC/MS) 法

(3) 分析装置

分析装置を以下に示す。

- 加熱脱離装置 (Perkin Elmer 社製、Turbo Matrix ATD)
- ガスクロマトグラフ/質量分析計 (Perkin Elmer 社製、Turbo Mass Gold)
- 高速液体クロマトグラフ (日立社製、Model:L-7000)

4. チェンバー実験

(1) 実験装置

実験装置の概要を図-6、実験風景を写真-4 に示す。

本実験は NPO 法人室内環境技術研究会の大型環境制御チェンバーにて行った。本チ

エンバーは、5[m³]の気積を有し、任意の温湿度、気流速度、換気量に制御でき、チェンバー内には常時清浄空気が供給されている。

(2) 実験手順

実験手順を以下に示す。

- ①チェンバー洗浄後、チェンバー内をある一定の環境条件(温度 28 ± 1 [°C]、相対湿度 50 ± 3 [%]、換気回数 0.5 ± 0.05 [1/h])に制御する。
- ②定常状態のチェンバー内空気を捕集し、その後検体を設置する。
- ③検体設置 8 時間後のチェンバー内空気を捕集する。
- ④捕集管に捕集された試料空気を GC/MS により、定性・定量分析する。



写真-2 有機リン、エステル類化合物の捕集風景

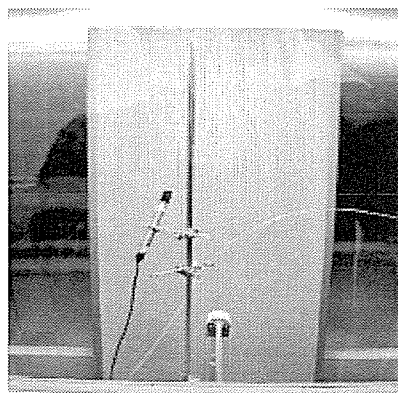


写真-4 チェンバー実験風景
(化学物質低放散仕様)

5. 実測調査

測定対象住宅は東北地方の RC 造 3 階建て、築 6 年の一般住宅である。(図-7)当住宅の 2、3F の和室に各検体を敷設し、測定を行った。測定箇所は 2F (和室(西)、和室(東)) と 3F

(和室(東)、和室(西))である。

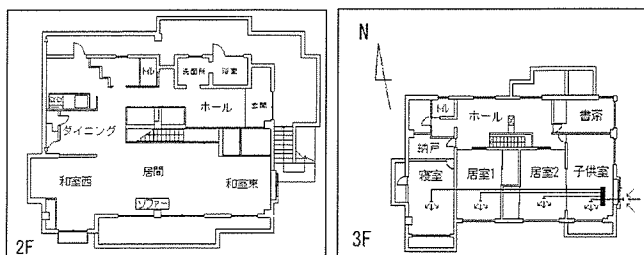


図-7 測定対象住宅の平面図

6. 畳部における化学物質汚染対策の検討

グラフト重合利用化学吸着剤を含浸させた不織布を畳の上下に敷設し、畳の上に市販の吸着カーペットを敷設した。(図-8、写真-5～6)

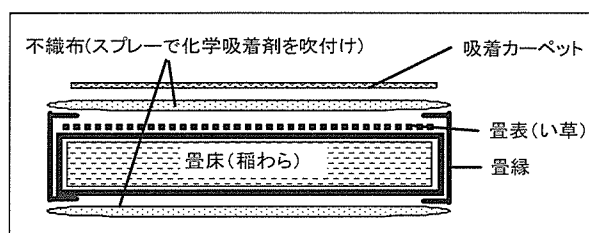


図-8 化学物質低減仕様畳

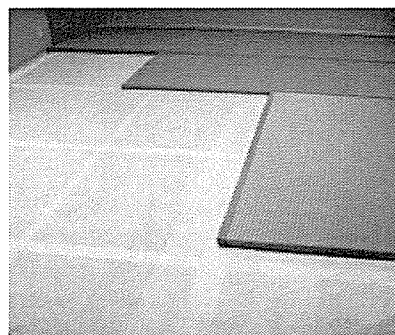


写真-5 畳部の化学物質低減対策
(グラフト重合利用薬剤含浸不織布)

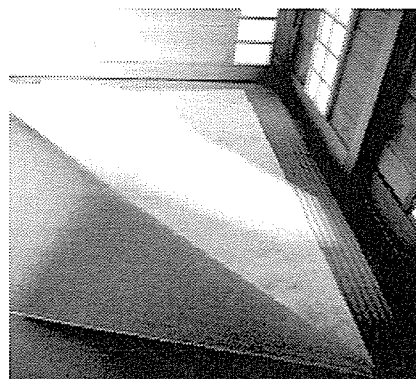


写真-6 畳部の化学物質低減対策
(グラフト重合利用薬剤含浸不織布)

C. 結果と考察

1. ホルムアルデヒド

各室のホルムアルデヒド濃度を図-9 に示す。2F 和室（東）（西）の測定値は化学物質低放散仕様量の敷設時、3F 和室（東）（西）は化学量敷設時の濃度となる。

ホルムアルデヒド濃度測定値は低く、9.09～12.3[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]の範囲にあった。今回試行した低減対策の効果を検証すると、2F 和室(西)のホルムアルデヒド濃度は、化学物質低放散仕様量敷設以前の濃度の13.0[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]に比較し、減少傾向が認められたが、化学量使用室(3F 和室(西))においては、敷設以前濃度の5.50[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]が、敷設後に12.3[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]となり、濃度上昇が示されている。この濃度の上昇性は化学量から放散されるホルムアルデヒドの影響と見ることもできるが、換気量の変動と室温等の要因によるものかも知れない。

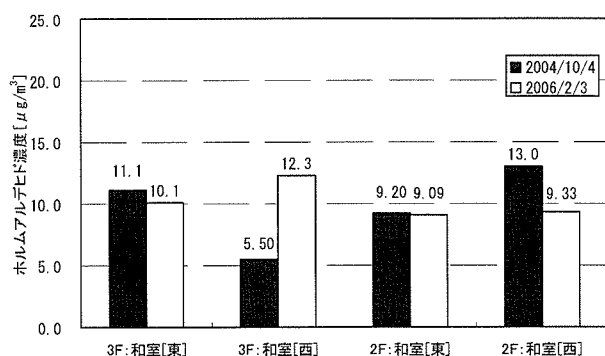


図-9 各室のホルムアルデヒド濃度

2. アセトアルデヒド

各室のアセトアルデヒド濃度を図-10 に示す。2F 和室（東）（西）と3F 和室（東）の測定値は低く、11.8～22.9[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]の範囲にあった。

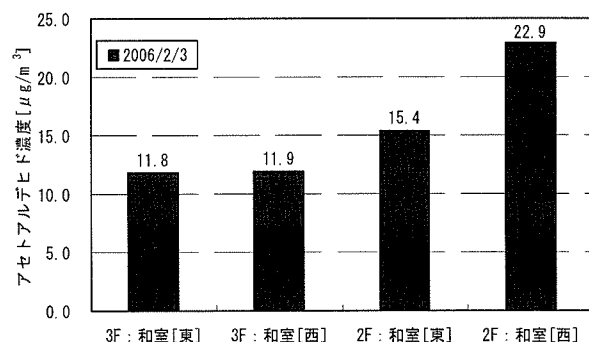


図-10 各室のアセトアルデヒド濃度

3. VOC

各室のVOC濃度(TVOC値)を図-11と12に示す。2F 和室(東)のTVOC濃度は451[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]であり、化学物質低放散仕様量敷設以前の830[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]から約54[%]の濃度低減性が見られた。

化学量が敷設の3F 和室(東)(西)においては、若干の濃度変動が示されたものの、敷設以前と比較して大きな差は見られなかった。

ただし、2F 和室(西)におけるTVOC濃度は、2146[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]であり、高い濃度が測定された。

成分別VOC濃度を図-13～16に示す。全測定室において、TVOC値の大部分をエタノールが占めた。特に高いエタノール濃度の測定された2F 和室(西)では、同室天井に封止系塗料が使用されており、同塗料の溶剤に含まれるエタノールの放散影響を受けたものと考えられる。

また、3F 和室(西)において122[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]の styrene が検出された(図-15 参照)。同居室に敷設した化学量は、図-5と写真-1に示すものであり、検出されたstyreneは量床のstyreneフォームに起因したものと考えられる。

ただし、同化学量を敷設した3F 和室(東)のstyrene濃度は0.44[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]であり、低濃度であった。この原因は3F 和室(東)(西)の換気量の違いによるものと推測できる。すなわち、3F 和室(東)の換気量が比較的大きいものと思われる。

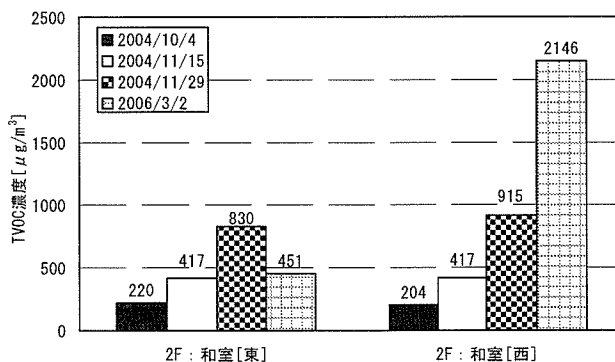


図-11 2F 和室のVOC濃度

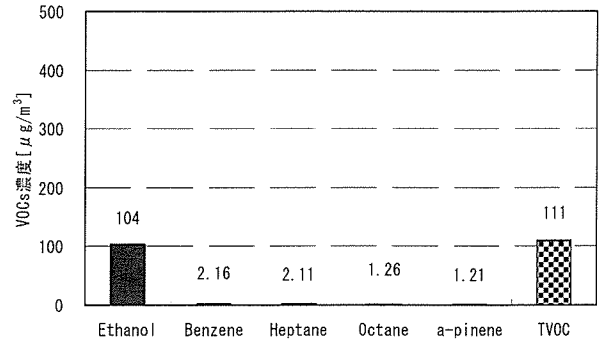
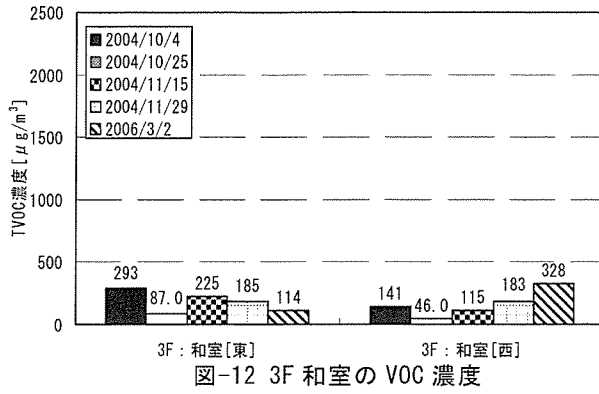


図-16 3F 和室(東)の VOC 成分別濃度

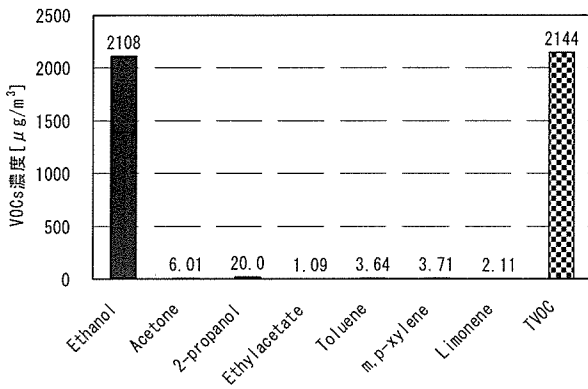


図-13 2F 和室(西)の VOC 成分別濃度

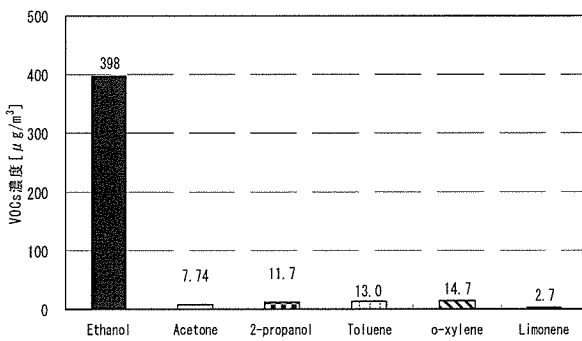


図-14 2F 和室(東)の VOC 成分別濃度

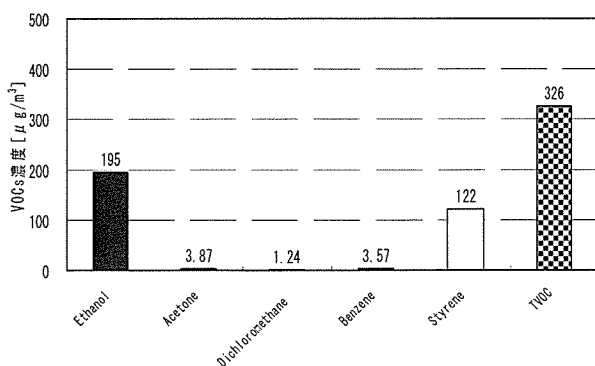


図-15 3F 和室(西)の VOC 成分別濃度

表-2 化学物質低放散仕様量のアルデヒド類発生

発生量[μg/h·unit]	
ホルムアルデヒド	アセトアルデヒド
55.3	53.0

*1[unit]: L:1820[mm]×W:910[mm]

4. チェンバー試験

実測調査による化学物質低放散仕様量のホルムアルデヒド低減傾向が確認された。そのため、チェンバー試験により、同量のアルデヒド類の発生量を求める実験を行った。チェンバー内の環境条件は温度:28[°C]、相対湿度:50[%]、換気回数:0.5[1/h]に制御した。

試験の結果、化学物質低放散量のホルムアルデヒドとアセトアルデヒドの発生量は55.3 [μg/h·unit]と53.0 [μg/h·unit]であった(表-2 参照)。

D. 結論

本研究により得られた知見を以下に示す。

- 1) 化学物質低放散仕様量と化学量を実在住宅に敷設し、室内アルデヒド類とVOC濃度の実測調査を行った。
- 2) 化学量からスチレンの発生を確認した。
- 3) 実測調査から、今回実施した室内化学物質低減対策の有効性を明らかにした。

E. 健康危機情報

稲わら畳から有機リン化合物の発生が懸念される。また、スチレンフォームを畳床に使用する化学量から、スチレンが発生する。

F. 知的財産権の出願・登録状況
特になし。

G. 引用文献

1)野崎淳夫：一般住宅における化学物質濃度

低減対策における実測調査、厚生労働科学研究費補助金 化学物質リスク研究事業 家庭用品中化学物質のリスク評価に関する総合研究 平成 16 年度 総括研究報告書(主任研究者:安藤正典)、pp. 87～96、2005 年 3 月

I-1.8. 畳材

ii) 化学物質発生量の実態把握と低発生量対策

分担研究者 野崎淳夫 東北文化学園大学大学院 健康社会システム研究科 教授

A. はじめに

i) では、和室におけるホルムアルデヒドと VOC 汚染の実態と汚染防止対策の効果について報告した。

ところで、畳材料(稲わらとい草)に使用される農薬と畳に挿入される防虫シートからは、ホルムアルデヒドや VOC よりも沸点が高い準揮発性有機化合物(以下、SVOC)の発生が懸念される。

そこで本報では、和室における SVOC 汚染の実態と汚染メカニズムを明らかにする基礎的研究を行うものである。

B. 研究方法

1. 実態調査の概要

1.1. 測定対象住宅と畳材

測定対象住宅は東北地方の RC 造 3 階建て、築後 6 年の一般住宅であり、「畳材(その 1)」に住宅の概要が示されている。畳材による室内 SVOC 汚染を調査するため、当該住宅の和室に 2 種類の畳を敷設し、測定を行った。測定対象室は当該住宅の 2 室(2F の和室(西)と和室(東))である。

敷設した 2 種類の畳の概要を表-1 に示すが、一方は農薬使用量が少なく SVOC 発生量の削減を意図した「低放散仕様畳」で、他方は農薬不使用の化学畳である。いずれの畳材にも「防虫紙」は使用していない。

1.2. 測定対象物質

本研究では、SVOC(フタル酸エステル類化合物(6 物質)、有機リン系化合物(3 物質))を測定対象物質とした。測定対象物質の一覧を表-2 に示す。

1.3. 捕集・分析法と使用機器

・固相捕集-溶媒抽出-ガスクロマトグラフ/質量分析(GC/MS)法

1) 捕集法

SVOC 捕集管を用いて、3.0[L/min]の流量で 120[min] 試料空気を採取し、これを分析試料とした。総捕集量は 360[L]である。

2) 捕集管と捕集機器

- ・SVOC 捕集管: Plus PS air(Waters 社製)
- ・定流量ポンプ: Σ-300(SHIBATA 社製)

3) 分析機器

- ・ガスクロマトグラフ/質量分析(GC/MS)計

表-1 畳の概要

	素材	防虫加工
低放散仕様畳	畳床:稲わら	なし
	畳表:い草	
化学畳	畳床:ポリスチレンフォーム	
	畳表:ポリプロピレン	

表-2 測定対象物質(SVOC)

1	フタル酸ジ-n-ブチル
2	フタル酸ジ-2-エチルヘキシル
3	フタル酸ジメチル
4	フタル酸ジエチル
5	フタル酸ベンジルブチル
6	フタル酸ジ-n-オクチル
7	クロルピリホス
8	ダイアジノン
9	フェノプカルブ

C. 結果及び考察

和室(西)と和室(東)の SVOC 物質別濃度をそれぞれ図-1 と 2 に示す。

「低放散仕様畳」と「化学畳」敷設時 2 つの和室で共通して検出された物質は、フタル酸ジ-n-ブチルとフタル酸ジ-2-エチルヘキ

シルであるが、両物質の室内濃度は低く問題となるレベルではない。また、両和室に共通する傾向は、「低放散仕様畳」敷設時に「化学畳」敷設時よりもフタル酸ジ-n-ブチル濃度が高くなり、フタル酸ジ-2-エチルヘキシルではこれとは逆に、「化学畳」敷設時に「低放散仕様畳」敷設時よりも濃度が高くなる傾向にある。両和室において、フタル酸ジエチルは検出と非検出に分かれた。

両和室では第1種換気システムが運転されており、これら畳材の室内SVOC濃度に与える影響は低換気条件の場合、更に大きくなると考えられる。

今回の調査でダイアジノン、クロルピリフォス、フェノカルブの有機リン系化合物は、両和室の「低放散仕様畳」と「化学畳」敷設時には検出されなかった。

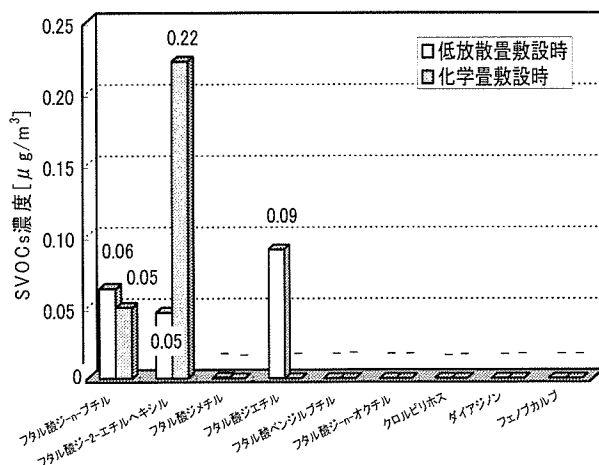


図-1 2F 和室(東)の SVOC 物質別濃度

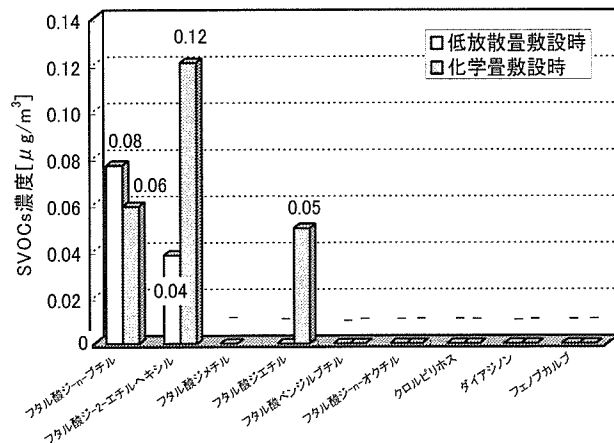


図-2 2F 和室(西)の SVOC 物質別濃度

D. 結論

本研究で得られた知見を以下に示す。

第1換気システムが運転されている住宅の和室でSVOC濃度測定を行ったところ、次の傾向が見られた。

- 1) 「低放散仕様畳」と「化学畳」敷設時 2つの和室で共通して検出された物質は、フタル酸ジ-n-ブチルとフタル酸ジ-2-エチルヘキシルであるが、両物質の室内濃度は低く問題となるレベルではない。
- 2) フタル酸ジ-2-エチルヘキシルでは、「化学畳」敷設時に「低放散仕様畳」敷設時よりも濃度が高くなる。
- 3) ダイアジノン、クロルピリフォス、フェノカルブの有機リン系化合物は、「低放散仕様畳」と「化学畳」敷設時に検出されなかった。

E. 今後の課題

- 1) 畳からのフタル酸エステル類化合物発生メカニズムを解明する。
- 2) 測定対象物質の範囲を拡大し、有機リン系化合物、カーバメート系化合物のみならず、これらの代替物質であるネオニコチノイド系化合物も含めた測定を行う。

F. 健康危機情報

特になし。

G. 知的財産権の出願・登録状況

特になし。

I-1.8. 畳材

iii) 家屋使用量による内分泌攪乱物質

分担研究者 野崎淳夫 東北文化学園大学大学院 健康社会システム研究科 教授

A. はじめに

畳材は我が国の住宅には欠かせない建材であるが、防虫処理剤として、Fenthion, Fenitrothion 等の有害化学物質を使用した「防虫シート」を畳に挿入する場合がある。また、畳構成材のい草と稲わらには、生育時に各種農薬が散布されており、これら建材の残留農薬の影響が懸念される。農林水産省は「農薬安全使用基準」において、農薬の残留濃度基準を定めているが、同基準は農作物に対する基準であり、畳構成材の稲わらとい草には適応できない。

ところで、化学物質過敏症患者が和室に滞在できない事例が報告されているが¹⁾、野崎らはその原因の一つは畳から発生する準揮発性有機化合物(以下、SVOC)と考えている。

そこで本研究では、畳材の室内空気環境に与える影響を把握するため、1)畳構成材の残留農薬を定量的に明らかにし、2)畳試験片からの有機リン系化合物の発生量をチェンバー実験により明らかにすることを目的とするものである。

B. 研究方法

1. 実験概要

実験 I は農薬・可塑剤・難燃剤用捕集管(Sampler①)を、実験 II では農薬用捕集管(Sampler②)を用いて、それぞれ実験を行った。表-1にSamplerの概要を示す。

表-1 Outline of samplers

	Filler	Shape of filler	Sampling substances
Sampler①	styrene -divinyl -benzene	particle	・ agricultural chemical ・ plasticizer ・ flame-retarding agent
Sampler②	polystyrene		・ agricultural chemical

1. 1. 検体概要

実験 I では、畳材(Tatami mat)4 検体、畳構成材(畳床:Inner material of Tatami mat、畳表)10 検体、およびその素材(稲わら、い草)4 検体の合計 18 検体を試験片とした。実験 II では、畳床(A)、(B)の 2 検体を測定対象とした。

検体はチェンバー実験を考慮し、適当なサイズに裁断加工した。検体概要を表-2に示す。

1. 2. 測定対象物質

本研究では、有機リン系化合物を含む 18 物質の SVOC を測定対象物質とした(表-3参照)。

表-3 Measurement substances

Measurement substances	test I	test II
Diazinon	○	○
Fenitrothion	○	-
Chlorpyrifos	○	○
Fenthion	○	-
Tributyl Phosphate	○	-
Trichloroethyl Phosphate	○	-
TriButoxyethyl Phosphate	○	-
2-Ethylhexyl Phosphate	○	-
Dimethyl Phthalate	○	-
Diethyl Phthalate	○	-
Di-n-Propyl Phthalate	○	-
Di-n-Butyl Phthalate	○	-
Dihexyl Phthalate	○	-
n-ButylBenzyl Phthalate	○	-
Diheptyl Phthalate	○	-
Di-2-Ethylhexyl Phthalate	○	-
Fenobucarb	-	○

表-2 Outline of sample pieces

Sample No.		Material	Quantity of pesticide	Country of origin	Pest treatment	Size[mm]	Thickness[mm] / Weight[g]
Tatami mat	(A)	rice straw and rush	normal	Japan	insecticide sheet (both side)	400×400	450 / 2451
	(B)		reduced		none	300×300	450 / 2414
	(C)						550 / 2498
	(D)						550 / 1481
Inner material of tatami mat	(A)	rice straw	normal	Japan	none	300×300	70 / 1577
	(B)		none		heat-treating		70 / 1642
	(C)				insecticide sheet (at base only)		70 / 1428
	(D)	normal	rice straw and styrofoam		insecticide sheet (both side)		70 / 1646
	(E)				insecticide sheet (both side)		60 / 1413
	(F)				insecticide sheet (at base only)		55 / 1056
	(G)				insecticide sheet (both side)		55 / 1063
Surface layer	(A)	rush	normal	China	-	300×300	- / -
	(B)		Japan				
	(C)		none				
Rice straw	(A)	-	normal	Japan	none	-	- / 200
	(B)		reduced				
	(C)		none				
Rush	(A)	-	reduced	Japan	none	-	- / 200

1. 3. 実験装置

本実験では、東北文化学園大学の空気環境実験室内に小型チェンバー(気積:65[L])を用いた実験装置を構築した。小型チェンバー内は、一定の環境条件に制御可能であり、常時清浄空気が導入されている。実験装置の概要をFig. 1に示す。

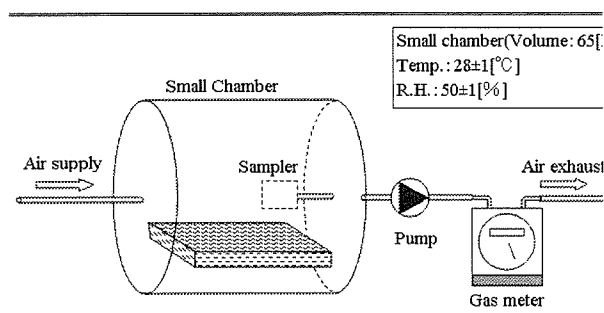


図-1 Outline of measuring system

1. 4. 捕集・分析方法と使用機器

- ・ 固相捕集-溶媒抽出-GC/MS 法

(1) 実験 I

- ・ 定流量ポンプ: SIBATA 社製、MP-Σ300
- ・ 積算流量計: SHINAGAWA 社製、DC-1

(2) 実験 II

- ・ 定流量ポンプ: GL sciences 社製、Model:2702-17600

C. 結果及び考察

1. 畳の SVOC 発生量

チェンバー実験により得られた SVOC 濃度実測値とチェンバー換気量の関係から、畳材の SVOC 発生量 $M[\mu\text{g}/\text{h}\cdot\text{unit}]$ を算出した。ここでの試験片 1[unit]あたり発生量 M は、Table. 4 に示すサイズの試験片の全面(表面、裏面、側面)からの発生量を示す。

(1) 実験 I

畳材(A)、(B)の総 SVOC 発生量は、それぞれ $2.58[\mu\text{g}/\text{h}\cdot\text{unit}]$ 、 $114[\mu\text{g}/\text{h}\cdot\text{unit}]$ であった。畳材(A)からの発生成分は Fenitrothion, Di-n-Butyl Phthalate であり、それぞれの発生量は $2.43[\mu\text{g}/\text{h}\cdot\text{unit}]$ 、 $0.15[\mu\text{g}/\text{h}\cdot\text{unit}]$ であった。

畳材(B)からの発生成分は Dimethyl Phthalate, Di-2-Ethylhexyl Phthalate であり、その発生量は $0.53[\mu\text{g}/\text{h}\cdot\text{unit}]$ 、 $113[\mu\text{g}/\text{h}\cdot\text{unit}]$ であった。

Fenitrothion の発生は、畳材(A)に挿入される防虫シートに起因するものと考えられる。また、フタル酸エステル類化合物の発生原因は不明であるが、同物質は農薬の