

図-3.8.27 チェンバー内における TVOC 濃度 (稲わら 3 : 古いわら)

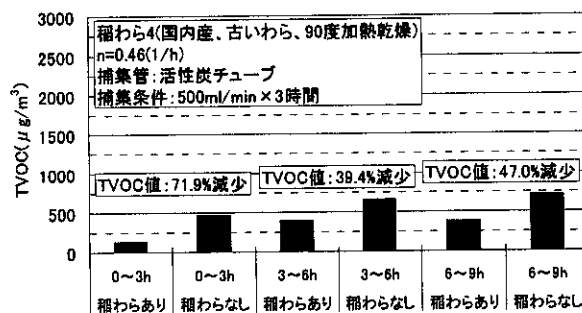


図-3.8.31 チェンバー内における TVOC 濃度 (稲わら 4 : 古いわら)

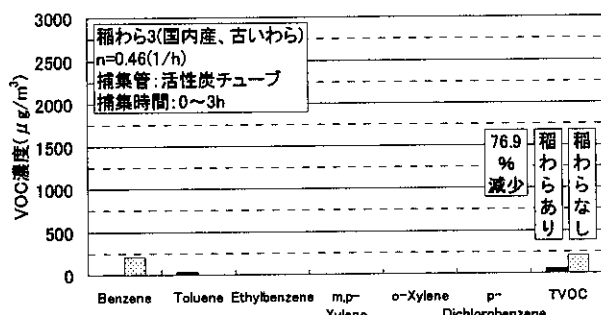


図-3.8.28 チェンバー内における VOC 濃度 (稲わら 3 : 0~3h)

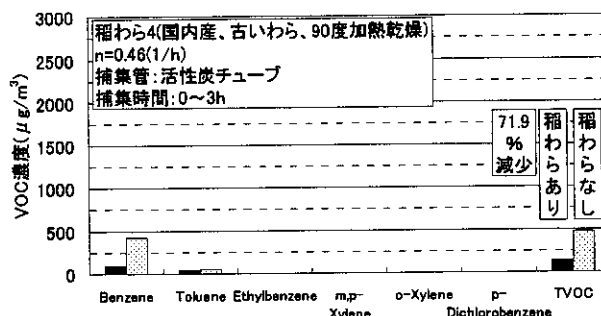


図-3.8.32 チェンバー内における VOC 濃度 (稲わら 4 : 0~3h)

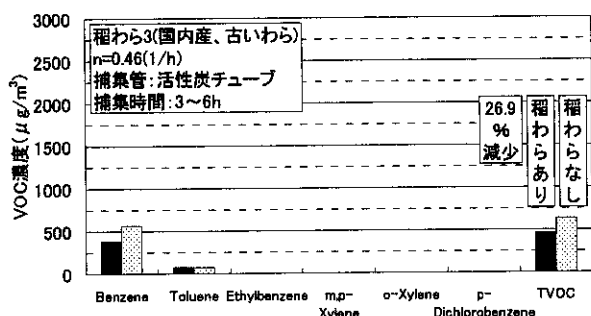


図-3.8.29 チェンバー内における VOC 濃度 (稲わら 3 : 3~6h)

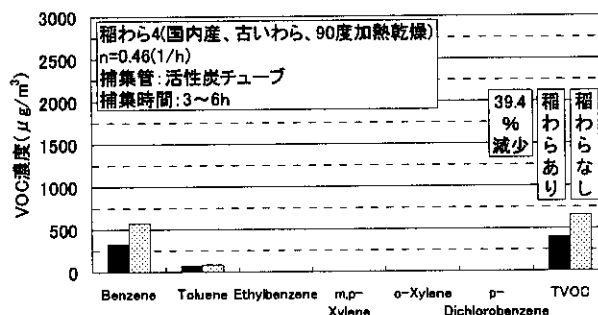


図-3.8.33 チェンバー内における VOC 濃度 (稲わら 4 : 3~6h)

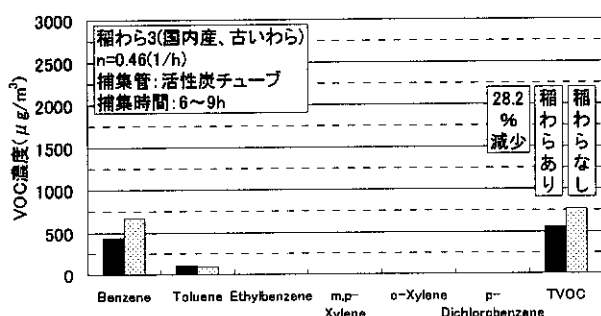


図-3.8.30 チェンバー内における VOC 濃度 (稲わら 3 : 6~9h)

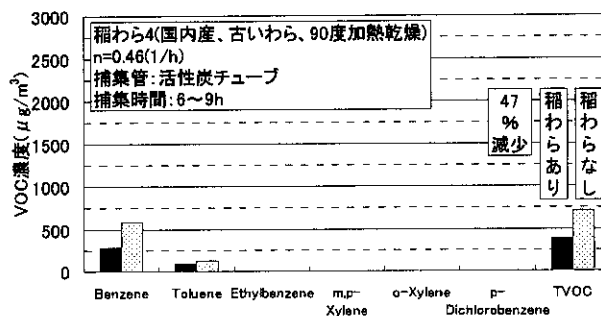


図-3.8.34 チェンバー内における VOC 濃度 (稲わら 4 : 6~9h)

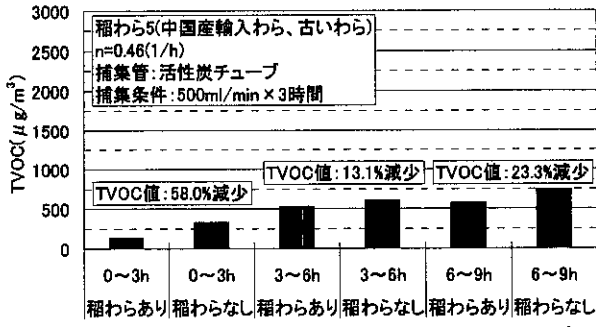


図-3.8.35 チェンバー内における TVOC 濃度 (稲わら 5 : 中国産)

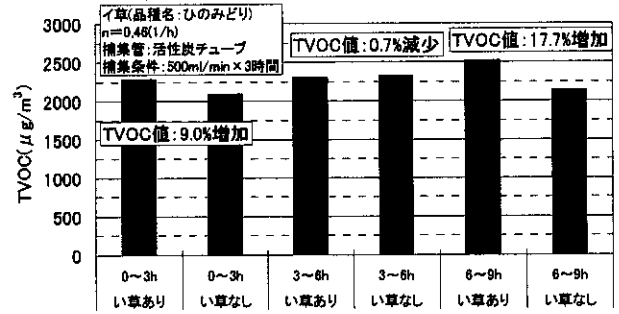


図-3.8.39 チェンバー内における TVOC 濃度 (イ草 1 : ひのみどり)

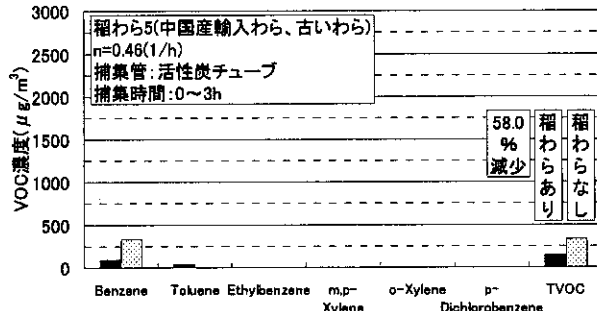


図-3.8.36 チェンバー内における VOC 濃度 (稲わら 5 : 0~3h)

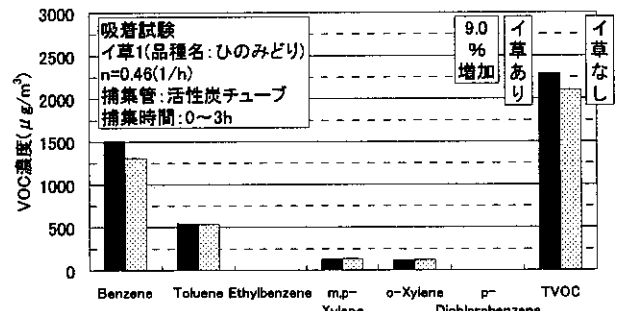


図-3.8.40 チェンバー内における TVOC 濃度 (イ草 1 : 0~3h)

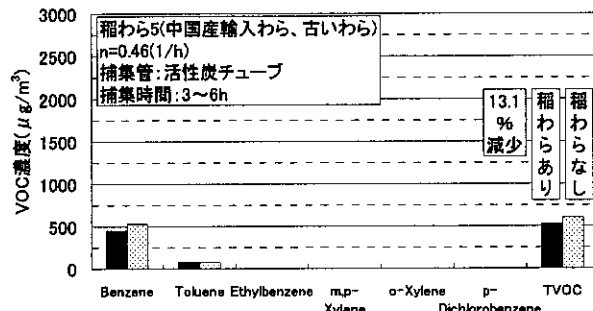


図-3.8.37 チェンバー内における VOC 濃度 (稲わら 5 : 3~6h)

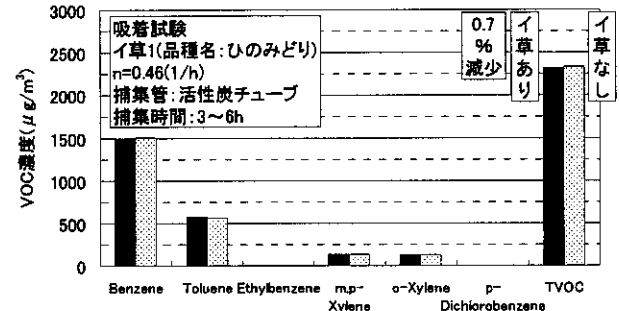


図-3.8.41 チェンバー内における TVOC 濃度 (イ草 1 : 3~6h)

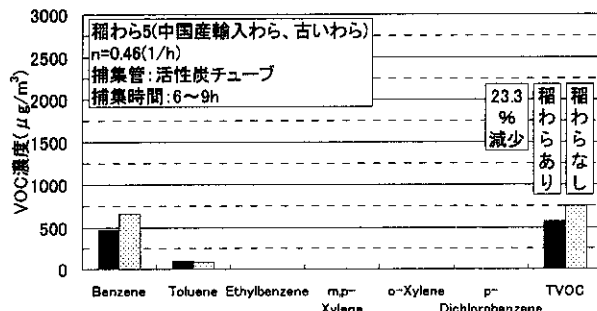


図-3.8.38 チェンバー内における VOC 濃度 (稲わら 5 : 6~9h)

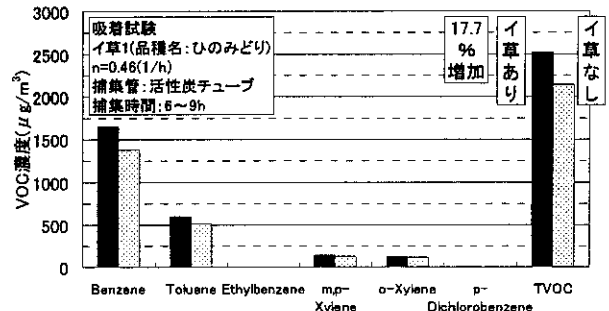


図-3.8.42 チェンバー内における VOC 濃度 (イ草 1 : 6~9h)

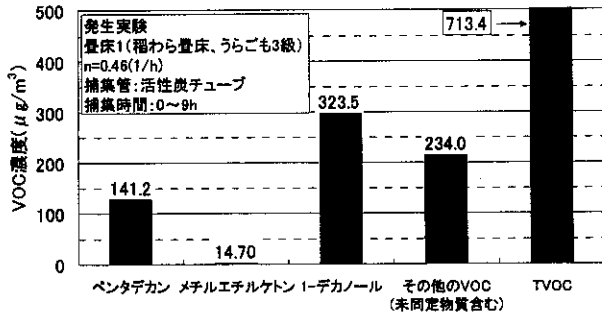


図-3.8.43 9時間密閉後のチェンバー内における VOC 濃度(畳床1: 稲わら畳床)

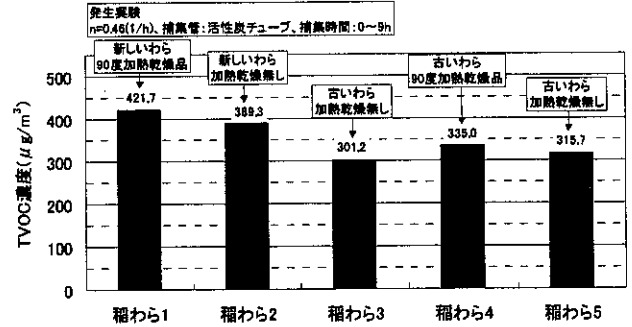


図-3.8.47 9時間密閉後のチェンバー内における TVOC 濃度(稲わら: 発生実験)

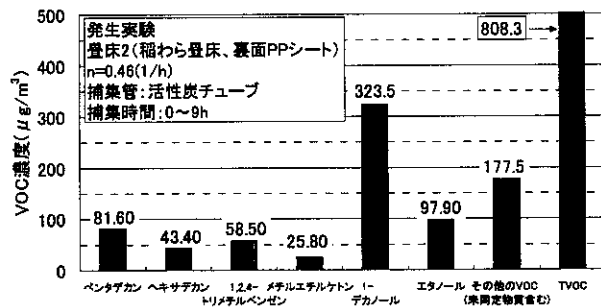


図-3.8.44 9時間密閉後のチェンバー内における VOC 濃度(畳床2: 稲わら畳床)

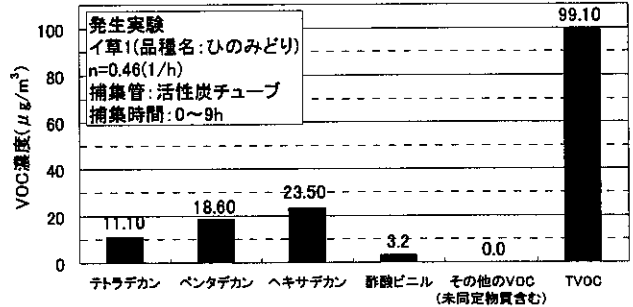


図-3.8.48 9時間密閉後のチェンバー内における VOC 濃度(イ草1: 発生実験)

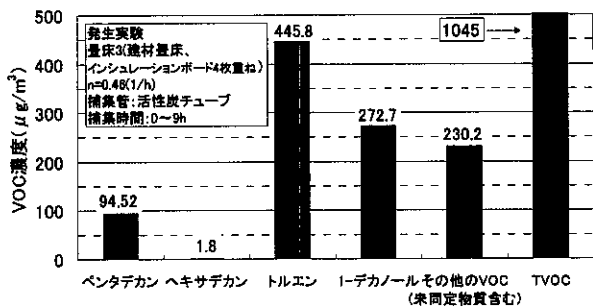


図-3.8.45 時間密閉後のチェンバー内における VOC 濃度(畳床3: 建材畳床)

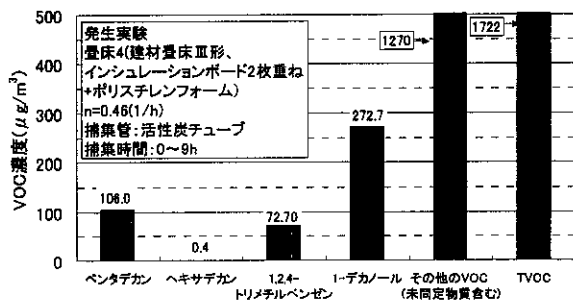


図-3.8.46 9時間密閉後のチェンバー内における VOC 濃度(畳床4: 建材畳床)

3.8.4 考察

畳床によるVOCの吸着性については、稲わらにより構成されている畳床の吸着性が大きいと考えられる。

畳床からのVOCの発生については、インシュレーションボード等の木質系の繊維を繊維板化する過程で何らかの接着系の材料が用いられ、VOCの発生に至った可能性が考えられる。

稲わらによるVOCの吸着性については、空隙になっている稲わらの内側への吸着や、表面への吸着が考えられる。

稲わらからVOCの発生が確認されたが、天然素材の稲わらから、揮発性有機物質が発生するとは考えにくい。これは、稲わらがそれまでに吸着していたVOCを再放出した可能性が考えられ、稲わらの保管状態と再放出との関係を求める必要がある。

3.8.5 まとめ

(1) 畳床について

①畳床1(稲わら畳床)は、顕著な吸着効果が見られなかった。標準ガス発生装置を用いて、一定量のVOCを導入した。標準ガス導入後のVOC吸着率は、測定時3~6(h)では、畳床を挿入したチェンバー内の濃度が19.2(%)増加。また、6~9(h)では畳床を入れたチェンバー内の濃度が55.1(%)増加。

畳床からの発生試験では、ペンタデカンや1-デカノールが検出された。

②畳床2(稲わら畳床、裏面PPシート)は、測定時0~3(h)において畳床をいれたチェンバー内の濃度が45.6(%)減少していた。その後、測定時3~6(h)では、畳床を挿入したチェンバー内の濃度が18.6(%)増加した。また、6~9(h)では、3.0(%)増加した。

③畳床3(建材畳床、インシュレーションボード4枚重ね)は、VOCを吸着している傾向が見られた。測定時0~3(h)では、畳床を挿入したチェンバー内の濃度が9.4(%)減少した。また、6~9(h)では畳床を挿入したチェンバー内の濃度が9.3(%)減少した。畳床からの発生については、ペンタデカンやトルエン、1-デカノールなどのVOCが検出された。

④畳床4(建材畳床、インシュレーションボード2枚重ね+ポリスチレンフォーム)は、VOCを吸着している傾向が見られた。測定時0~3(h)では、畳床を挿入したチェンバー内の濃度が9.1(%)減少した。また、3~6(h)では畳床を挿入したチェンバー内の濃度が7.6(%)減少した。

畳床4からの発生については、ペンタデカンやトルエン、1-デカノールなどのVOCが検出された。

(2) 稲わらについて

①稲わら1(国内産、新しいわら、90度加熱乾燥)では、測定時0~3(h)において稲わらを入れたチェンバー内濃度が74.4(%)の減少を見せた。また、測定時3~6(h)においては28.9(%)の減少した。

②稲わら2(国内産、新しいわら)では、測定時0~3(h)において、稲わらを挿入したチェンバー内のVOC濃度が71.2(%)減少した。また、測定時3~6(h)においては、稲わらを挿入したチェンバー内のVOC濃度が47.3(%)減少した。測定時6~9(h)においても、稲わらを挿入したチェンバー内のVOC濃度が69.9(%)減少した。

③稲わら3(国内産、古いわら)では、測定時0~3(h)において、稲わらを挿入したチェンバー内のVOC濃度が76.9(%)減少した。また、測定時3~6(h)においては、稲わらを挿入したチェンバー内のVOC濃度が26.9(%)減少した。測定時6~9(h)においても、稲わらを挿入したチェンバー内のVOC濃度が28.2(%)減少した。

④稲わら4(国内産、古いわら)では、測定時0~3(h)において、稲わらを挿入したチェンバー内のVOC濃度が71.9(%)減少した。また、測定時3~6(h)においては、稲わらを挿入したチェンバー内のVOC濃度が39.4(%)減少した。測定時6~9(h)においては、稲わらを挿入したチェンバー内のVOC濃度が47.0(%)減少した。

⑤稲わら5(中国産輸入わら、古いわら)では、測定時0~3(h)において、稲わらを挿入したチェンバー内のVOC濃度が58.0(%)減少した。また、測定時3~6(h)においては、稲わらを挿入したチェンバー内のVOC濃度が13.1(%)減少した。測定時6~9(h)においても、稲わらを挿入したチェンバー内のVOC濃度が23.3(%)減少した。

(3) イ草について

①イ草1(品種名:ひのみどり)測定時0~3(h)では、9.0(%)高くなった。測定時3~6(h)では、0.7(%)低い。しかし、測定時6~9(h)では、17.7(%)高い結果となった。

3.8.6 今後の課題

以下の事項が今後の課題として挙げられる。

- 1) 畳によるVOCの吸着メカニズムとその吸着量をより明確なものとする。
- 2) 畳からのVOC発生のメカニズムと発生量をより明らかにする。
- 3) 畳及び稲わらの保管状態と再放出との関係を明らかにする。
- 4) 加熱乾燥を施した畳によるVOCの吸着効果を求める。

3.8.7 引用文献

- 1) 柳沢幸雄他:室内材のNO₂吸着特性と生物学的除去の可能性と検討、大気汚染学会誌 pp.18-pp.23、1983年
- 2) 野崎淳夫他:実験室実験による建築部材レベルのベイクアウト効果、第19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.138-pp.139、2001年4月
- 3) 野崎淳夫他:ホルムアルデヒド、揮発性有機化合物による室内空気汚染に関する研究(その1)、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.757～pp.758、1996年
- 4) 野崎淳夫他:我が国における室内化学物質汚染低減化対策の現状について、空気調和・衛生工学会学術講演論文集、pp.645-pp.648、1998年
- 5) 野崎淳夫、飯倉一雄、吉澤晋、池田耕一、堀雅宏:室内化学物質汚染低減対策としてのベイクアウトの効果(その1)、日本建築学会計画系論文集、第530号、pp.61-pp.66、2000年4月
- 6) 野崎淳夫、飯倉一雄:畳による室内化学物質濃度の低減性に関する研究、空気調和・衛生工学会学術講演論文集、pp.681～pp.684、2002年
- 7) 財団法人ベターリビング:化学物質放散量低減材料・気中濃度低減対策機材性能証明試験要領ver2、pp.2-25～pp.2-32、2002年
- 8) 野崎淳夫、池田耕一、飯倉一雄、吉澤晋、堀雅宏:室内化学物質汚染の低減対策に関する研究、空気調和・衛生工学会学術講演論文集、pp.13～pp.20、2002年
- 9) 野崎淳夫、鈴木研司:床下等の空間における化学物質の濃度と構造部材からの発生量に関わる研究、室内空気環境とその快適性に関する研究(その1)、大気環境学会北海道東北支部総会抄録集、2002年

3.8.8 謝辞

本研究を遂行するにあたり、協力を頂いた景山貴浩君(当時東北文化学園大学卒論生)に深謝致します。

第9章 封止系塗料による発生源制御に関する研究

堀 雅宏 (横浜国立大学)

3.9.1 はじめに

グラフト重合塗膜剤とはアミノ基、スルホン基などのイオン交換基をグルコースに付加重合するのに放射線を照射を用い、これをアクリルアミドなどの接着性基材と混合したものである。86%水溶液として建材表面に塗布し、1日室温放置し、乾燥するものである。グラフトラボラトリーズ(株)製NF型を使用した。

今回はホルムアルデヒドについて適用し、評価は室内濃度及び部位別発散量によって行った。建材単体の発生速度と使用量、換気回数、容積からの計算濃度は合わないことが少なくない。施工状態での発生速度はそれらの重層や隙間の状態によって影響を受けるため、それ故施工後の部位別寄与率を求めるために実測が求められる。ここでは筆者らの開発したTEA-Dish濾紙捕集/AHMT吸光光度法で測定した(図-3.9.1参照)。補助的にVOC濃度も測定した。

3.9.2 測定評価法

(1)ホルムアルデヒドの気中濃度

DNPHカートリッジ法及びホルムアルデヒド検知管を用いた。サンプリング位置：部屋中央部、床上1~1.2m、サンプリング時間：当日朝、窓の開放前にHCHOを10分間。30分間換気したのち、5時間密閉しHCHOを30分間。VOCは朝と同じくサンプリングバックに採取。供試住宅とサンプリング点を図2に示す

(2)部位別発生量

TEA-Dish濾紙捕集/AHMT吸光光度法の測定手順は次の通りである。

- 1) 10%トリエタノールアミン (TEA) を1.1ml 含浸させたセルローズ濾紙 (TOYO No2、直径9cm) をアルミパックに封入する。
- 2) パックから取り出したTEA濾紙を置き、アルミディッシュ (底部20cm) に付け、測定部位にクリップで留める。ブランク用のTEA濾紙をパックに入れ保存する。
- 3) 6~24時間放置後、TEA濾紙をとり、アルミパックあるいは試験管に入れ封をする。
- 4) 試験管に濾紙を入れ、10ml 精製水をとリ、1時間に3回振り放置する。ブランクも同様に操作する。
- 5) 別の25ml 試験管に上澄みを2ml とり、5MKOH2ml、0.2%AHMT2ml をいれ混合し、20分放置する。0.7%過ヨウ素酸カリウムを2ml 入れ、軽く振る。泡が入らないようにセル(1cm)に取り吸光度(550nm)を測定する。
- 6) 検量線からホルムアルデヒド濃度 (m, $\mu\text{g}/\text{ml}$) とブランク値 (b) を求める。発散速度の計算は次式に従う。但し t : 暴露時間(h)

$$\text{発散速度}(\text{mg}/\text{m}^2/\text{h}) = (m - b) \cdot 10^2 / 45 \cdot 50 \cdot t$$

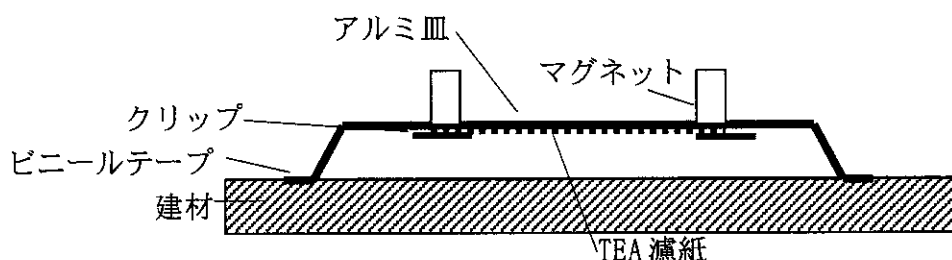


図-3.9.1 TEA-Dish法

(3)塗膜剤の評価実験

施工途中あるいは施工後のホルムアルデヒド低減対策の評価を行った。評価実験はある集合住宅で同じ仕様の2室(38m²)を選び、対策室と無対策室を比較して行った。施工内容はグラフト重合高分子塗膜剤の表面塗膜である。

3.9.3 結果

部位別寄与率とホルムアルデヒド濃度の測定結果を表-3.9.1、3.9.2及び図-3.9.3、3.9.4に示す。参考値としてVOCの値も表-3.9.3に示した。

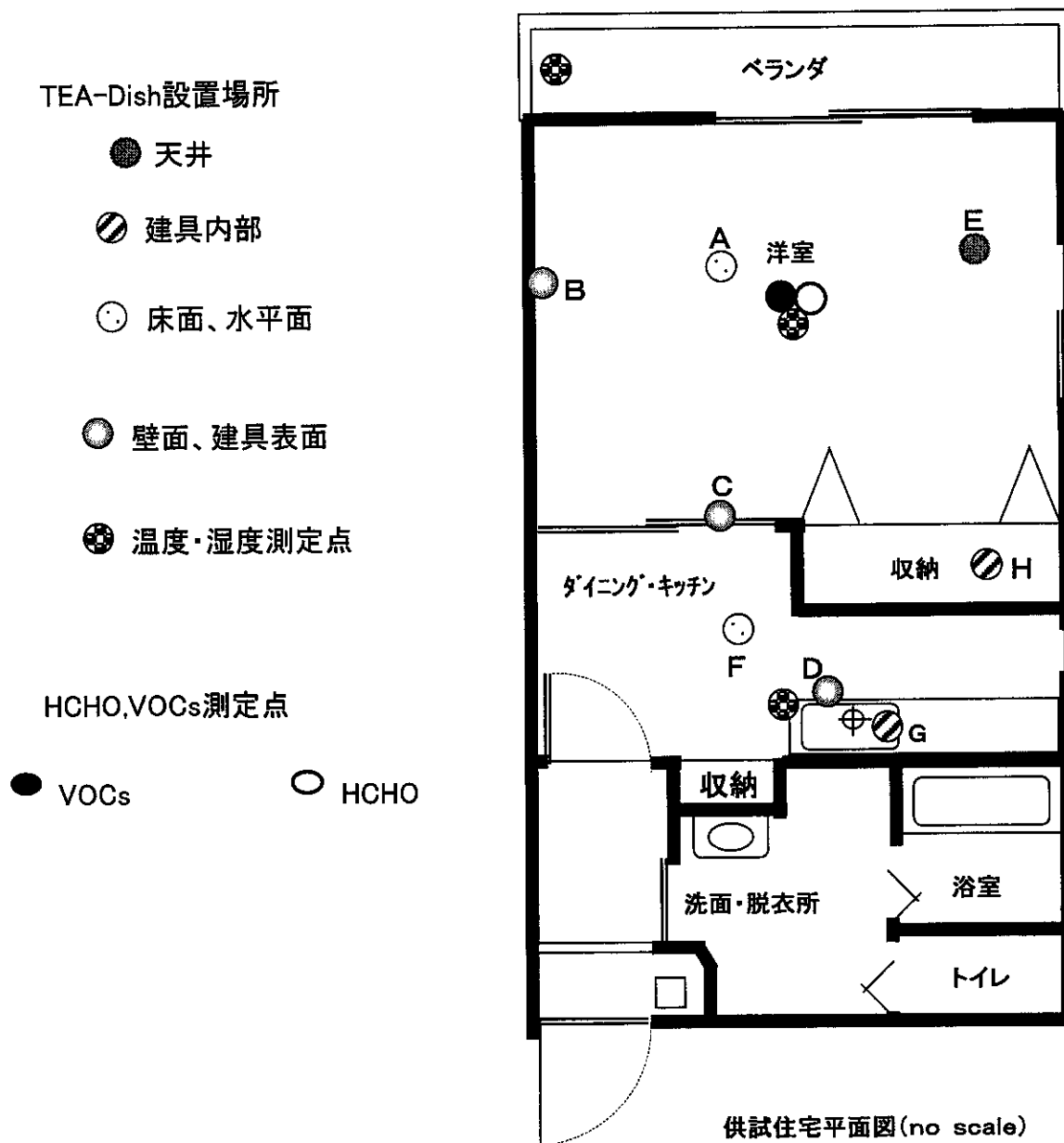


図-3.9.2 供試住宅とサンプリング点

表-3.9.1 部位別寄与率（及び基礎データとしての放散速度）

部位	205号室	305号室
	放散速度 ($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$)	放散速度 ($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$)
A:居間床	1.3	5.02
B:居間壁	0	2.31
C:居間ドア表面	2.5	4.63
D:キッチン収納表面	1.9	2.19
E:居間天井	0.2	3.51
F:ダイニング・キッチン床	0.9	2.92
G:キッチン収納中棚	1.2	1.01
H:居間収納内部	1.7	15.73

	部位	対策	305号室	対策	305号室
		部位面積		放散量	
		m ²	寄与率	μg/h	μg/h
TEA-Dish法	A:居間床	11.5	6.60%	14.8	57.5
	B:居間壁	76.8	44.30%	13.1	177.3
	C:居間ドア	12.3	7.10%	30.5	56.9
	D:キッチン収納	1.8	1.00%	3.5	3.9
	E:居間天井	25.2	14.50%	4.2	88.4
	F:ダイニング	17.8	10.30%	15.4	51.9
	G:キッチン収納棚	7.6	4.40%	8.9	7.7
	H:居間収納	20.5	11.80%	35.2	322.6
	合計	173.4	100%	125.6	766.2

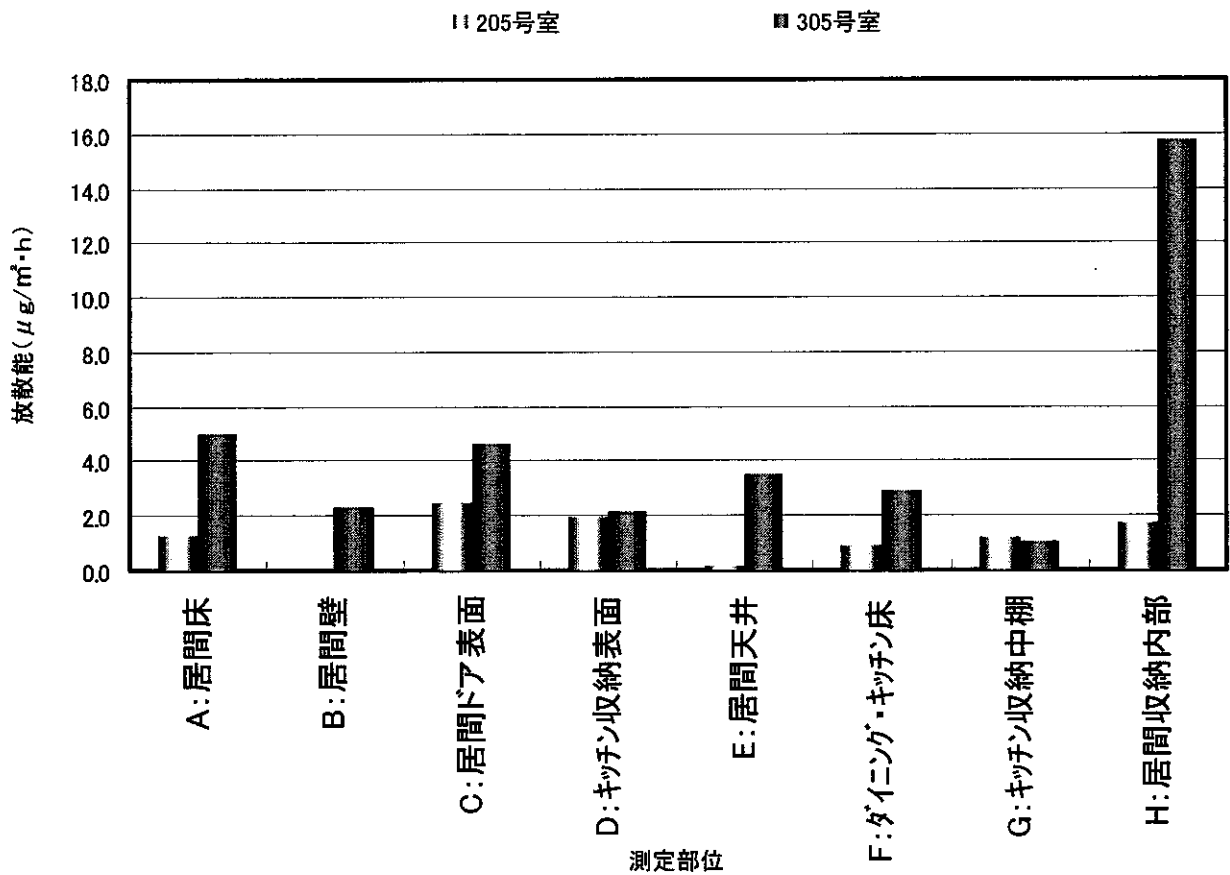


図-1.7.3 対策（処理）と未対策（無処理）の比較部位別の比較（左：処理、右：無処理）

表-3.9.2 対策（処理）と未対策（無処理）の部屋のホルムアルデヒド濃度の比較

測定時刻	濃度(ppm)	対策	未対策
		205号室	305号室
9:30	ホルムアルデヒド	0.014	0.032
	アセトアルデヒド	0.028	0.039
	アセトン	0.037	0.046
3:30	ホルムアルデヒド	0.029	0.054
	アセトアルデヒド	0.03	0.033
	アセトン	0.034	0.063
	温湿度	205	305
9:00	温度(°C)	12.6	11.3
	湿度(%)	55	54
3:30	温度(°C)	16.7	15.9
	湿度(%)	46.1	53.1
測定時間内			
平均	温度(°C)	12.9	12.3
	湿度(%)	51.9	62
最高	温度(°C)	18.6	17.4
	湿度(%)	58	67
最低	温度(°C)	9.2	10.3
	湿度(%)	31	43
標準偏差	温度	2.2	2
	湿度	7.3	6.5
外気	温度(°C)		
	湿度(%)		
換気回数			
B&K 光音響マルチガスモニタ			
SF ₆ ガス 濃度減衰法			
11:00~15:00			
換気回数		0.18回/h	

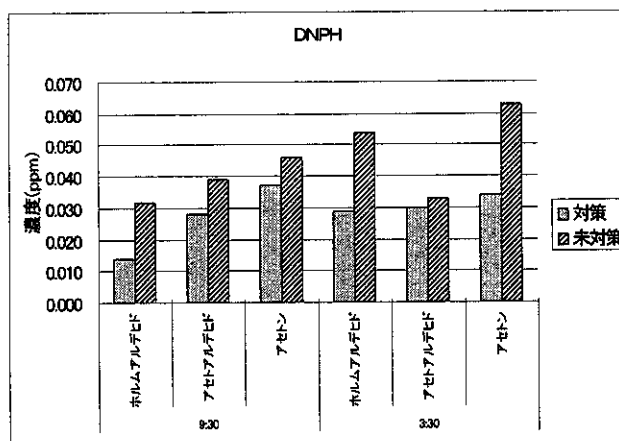


図-3.9.4 ホルムアルデヒド等の濃度
【表-3.9.2を图示したもの】

表-3.9.3 VOC濃度の比較

化学物質	濃度(μg/m ³)	
	対策	未対策
エタノール	176	115
n-ブタノール	2.57	4.18
i-ブタノール	28.8	65.3
メチルイソブチルケトン	0	2.11
メチルエチルケトン	1.52	74.9
酢酸ビニル	5.98	160
p-ジエチルベンゼン	4.39	8.01
m-ジエチルベンゼン	1.57	20
1,2,3-トリメチルベンゼン	14.9	38.1
トルエン	86.6	173
n-ウンデカン	18.5	43.3
n-デカン	18.7	55.4
アセトン	0	31.6
アセトアルデヒド	22.3	41.8
ホルムアルデヒド	25.1	119
TVOC	1445	2643

3.9.4 考察

(1)濃度レベルについて

気温湿度とも低い冬期間の測定で低く、11-12℃、54-55%であったが、対策施行した部屋も、そうでない部屋もほぼ同一条件なので比較するのには問題はない。濃度レベルはホルムアルデヒドは未対策室でも0.03ppmであった。一方、TVOCはそれぞれ1.4、2.4mg/m³であった竣工2週間後の測定値としては低いレベルである。なお、測定日の換気回数は0.18回/hであった。

(2)対策の評価

塗膜およびシートの挿入はホルムアルデヒドについては濃度をほぼ半減させ、TVOCについては約40%減少させる効果が認められた。これは塗膜による発散の抑制、一旦発生したホルムアルデヒドの吸着による。しかしチッキン収納の扉のメラミン化粧版など撥水性で平滑な面への塗布が不可能であるなどの課題もある。種々の施行例による評価が求められる。

(3)部位別寄与率

対策を行なうのに施工後の部位別寄与率の測定は有用である。寄与率は単位面積の単位時間当たりの発散速度と当該部位の面積との積を全部位からの発散量で除した値として求められる。表-3.9.1の結果より寄与率は居間収納(押し入れ)、次いで居間壁紙、天井、ドアの順であったのでこれらの順で対策を進めると効果的である。なお図-3.9.3より発生速度は居間収納内部のベニヤが際立って高く、次いで居間床、ドア表面、天井である。同じ図からグラフト重合高分子塗膜は収納のベニヤと天井材、次いで床のフローリング(シートの挿入をしたパーティクルボードを含めて)に対して有効であったといえる。一方チッキン収納の扉はほとんど減少していないことが見て取れる。

第10章 光触媒による化学物質除去特性に関する研究

池田耕一（国立保健医療科学院）

3.10.1 研究の目的

近年、化学物質による室内の空気汚染問題に社会的な注目を集めている。現代社会において室内に多種の化学物質が使用されていることはその問題の一因とされている。住居環境においてはガラス、金属、タイルの極一部を除けば、室内殆ど全てのものから化学物質が放散されるといっても過言ではない。

室内化学物質の放散には、①建材からの放散（新築または改築直後の放散量が多く、時間が経つとともに減少する。）と、②清掃に伴う放散（定期的・間欠的に放散する。）の他に、③生活用品に関連する放散（常時に放散する）がある。上記の①と②については多くの研究がなされ、一定の成果が収められているが、③については、その発生源の多さもあって、未だにその全貌が明らかにされていない。

そこで、本研究では、上記の③を注目し、生活用品からの化学物質の発生量を明らかにするとともに、室内濃度を低減させるための対策品を用いた場合、その効果を定量的に検証する。

3.10.2 研究の方法

(1) 研究対象品の選定

居住環境内に化学物質の発生源は多岐にわたって存在する。各々の発生源に対してその発生量と発生特性を明らかにすることは、室内空気汚染対策において重要である。本研究では以下に示す3つの視点から、研究対象を食器用洗剤、とりわけ洗浄時の皿洗い器と洗浄後の食器とした。

- ① 毎日使用される生活用品であること。
- ② 常時的に発生するもの。
- ③ 使い方によっては一時的に発生量が多くなりうるもの。

食器そのものはガラスか陶器で出来ているため、化学物質を放散しないが、洗浄時の食器洗い器から、または洗浄後一部の洗剤が残っている食器から揮発性有機化学物質を放散されることが十分考えられる。また、上記の③は、洗浄時の食器洗い器から、または洗浄後の食器が電子レンジで暖められた場合に当たる。

(2) 試験方法

試験は如何に示す2段階で行う。

第1段階：洗浄を行う時の皿洗い器と、洗浄後の食器から放散されるVOCsの量を求める。まず、市販されている数種類の洗剤を選定し、洗浄時の皿洗い器または洗浄後の食器を図-1に示す実験チャンバの中央部に設置する。チャンバ内VOCsの濃度が定常になった時点で、給気と室内そのVOCs濃度を測定する。VOCs濃度と給気量を下記の式(1)に代入し、VOCsの放散量を求める。

$$M = (C_1 - C_s) \times Q \quad (1)$$

ここで、

M	: 洗浄時の皿洗い器または洗浄後の食器からの発生量	[mg/h]
C ₁	: 定常状態の還気中のVOCs濃度	[mg/m ³]
C _s	: 同給気中のVOCs濃度	[mg/m ³]
Q	: 試験チャンバに供給する風量	[m ³ /h]

なお、この段階では図-3.10.1中の光触媒タイルを設置しない。

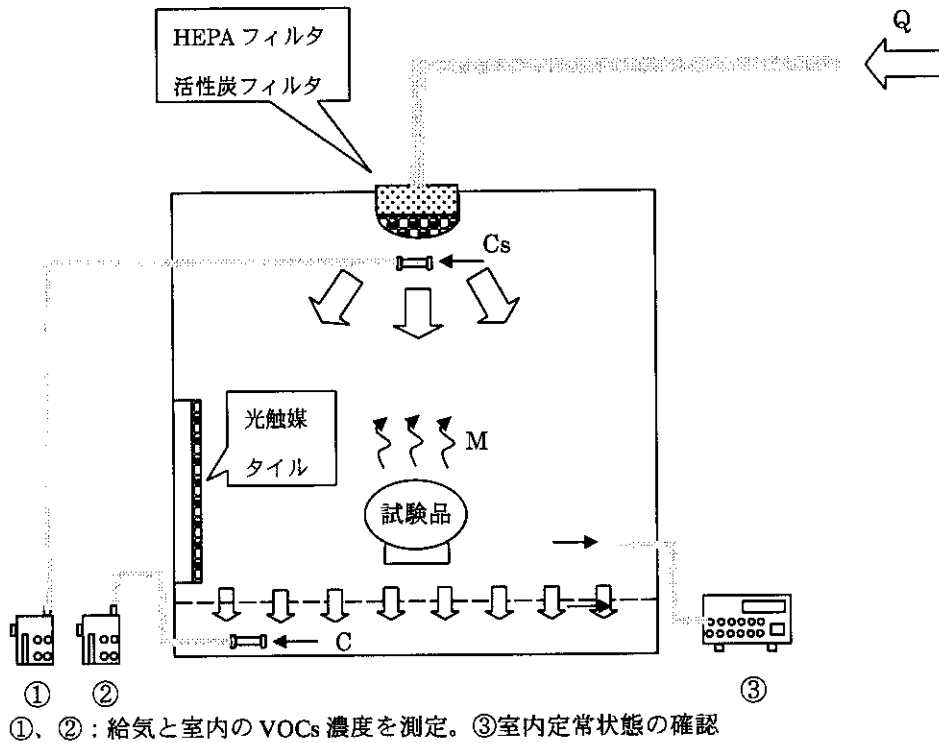


図-3.9.1 チャンバ試験概要

第2段階：酸化チタン光触媒をコーティングしたタイル（以降光触媒タイルと呼ぶ）によるVOCs濃度の低下効果を定量化する。酸化チタン光触媒は、殺菌、消臭、防汚など多様な機能を有すると言われている（図-2参照）。光触媒の酸化分解作用を応用としていち早く製品化されたのは抗菌タイルで、病院に使用されている。実際に、食機や電子レンジが台所に置かれるのは一般的であり、また台所の壁の一部にタイルを使用されている。そこで、そのタイルを光触媒タイルにした場合を想定して、VOCsに対する低減効果を定量化するための実験を行う。

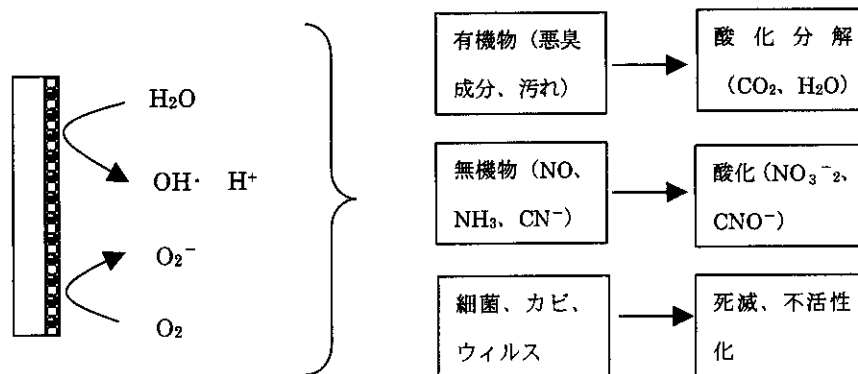


図-3.9.2 酸化チタン光触媒の作用メカニズム

上記の第1段階の試験が終了後、光触媒タイルをチャンバ内壁の近傍に設置する。第1段階と同じように、洗浄時の皿洗い器と洗浄後の食器を試験チャンバの中央部に設置する。チャンバ内定常状態になった時点で、給気と室内のVOCs濃度を測定する。それと式(1)から求めたM及び給気量を下記の式(2)に代入し、光触媒タイルによる低減量M'を算出する。

$$M' = M - (C_2 - C_s) \times Q \quad (2)$$

ここで、

C_2 : 定常状態の還気中の VOCs 濃度 [mg/m³]

M' : 洗浄時の皿洗い機または洗浄後の皿からの発生に対する光触媒タイルの低減量 [mg/h]

(注: 光触媒タイル設置の有無に拘わらず、発生量 M は一定である。ここで言う低減量は、光触媒タイルを設置することによって、放散した VOCs の一部が分解され、見かけ上少なくなった放散量のことである)

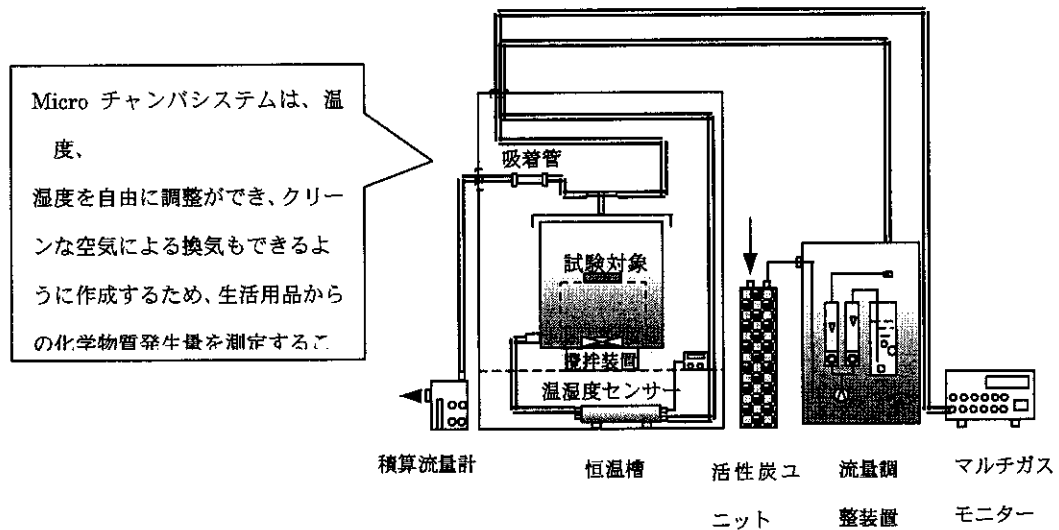
従って、光触媒タイルによる低減効果は以下の式 (3) になる。

$$\eta = M' / M \quad (3)$$

3.10.3 今後の予定

H14年度では、文献調査により研究対象を洗剤に絞り、洗浄時の皿洗い器と洗浄後の食器からの発生量を定量化するための試験方法を検討した。また、対策品として光触媒タイルを用い、それによる濃度低減効果の評価方法も検討した。

H15年度では、上記の発生量と低減効果を求めるための試験を行う予定である。



総論

本年度の研究では、測定・評価法の提案を行い、次に、化学物質汚染発生源と成り得る生活用品の発生量、発生特性を把握し、室内化学物質汚染の対策品の除去特性について実験室実験及び実測調査を行った。

提案した測定・評価法について「1. 試験・評価法の提案と実験システム構築に関する総論」にまとめた。

また、測定対象とした生活用品（造作家具、家電製品、事務機器、自然塗料・接着剤、開放型燃焼器具）の化学物質発生量、発生特性について実験室実験により得られた知見について「2. 生活用品からの化学物質の発生に関する総論」にまとめた。

さらに、対策品（空気清浄機、床下換気システム、畳、日用対策品、封止系塗料、光触媒）の化学物質除去特性の実験室実験、実測調査で得られた知見について「3. 対策品の化学物質の除去特性に関する総論」にまとめた。

1. 測定・評価法の提案と実験システムの構築に関する総論

1.1 フタル酸エステル類の測定法に関する総論

近年、内分泌攪乱化学物質による環境汚染が社会問題になっているが、室内環境もその例外ではない。特に、室内環境内では建材（内装材）、カーペット、家庭用品など、可塑剤を多く使用した製品が氾濫しており、それらから多くのフタル酸エステル類が放散し室内汚染をもたらしている。

本研究においては、室内環境内に存在しているフタル酸エステル類の実態究明を目的として、室内に浮遊しているフタル酸エステル類をフィルタで捕集したのち、溶媒で抽出後、GC/MSで分析する方法を確立した。更に、確立した方法を用いて、特に、居住環境内のフタル酸エステル類について、形態別（粒子及びガス状）測定を行うと共に粒径分布の実態も明らかにした。

1.2 対策品の汚染物質除去特性に関する評価法の新たな提案に関する総論

建材以外の日用汚染低減対策品についても化学物質放散量低減材料・気中濃度低減対策機材性能証明試験要領に準じた試験が有効である。しかしながら、同要領に準じて必要な項目をすべて正確に評価するためには、長期（8日以上）の測定が必要である。そこでまず、短期間（1日）で実施できる評価方法によって対象品の化学物質を除去する能力の有無及びどのような物質に対して能力が発揮されているかを試験し（スクリーニング）、その結果除去能力が認められた汚染低減対策品のみ特定の物質に限定して精密試験の対象とすることが現実的である。それにより、スクリーニング試験を実施することにより、汚染低減対策品からの発生状況や分解生成物についてもその傾向を精密試験実施前に把握することが出来る。

精密試験については、比較的短期間で実施できる化学物質放散量低減材料・気中濃度低減対策機材性能証明試験要領に準じたもの（短期精密試験）と、汚染低減対策品は数ヶ月～数年という長期にわたって効果を持続することが求められるため、短期精密試験と併せて長期間の効果測定（長期精密試験）が必要がある。

2. 生活用品からの化学物質の発生に関する総論

2.1 造作家具（洗面台）からの化学物質の発生に関する総論

キッチン、洗面化粧台、手洗器付収納棚（トイレ用品）、浴槽からの化学物質の発生をラージチェンバー法により求めた。個々の住設機器からVOC放散について、キッチン、洗面化粧台、浴槽からスチレンが検出され、これらの住設機器の部材には、不飽和ポリエステルが用いられている。不飽和ポリエステルの原料としてスチレンが使用されることから、スチレンの放散源は不飽和ポリエステルと考えられる。

また、キッチン、洗面化粧台、手洗器付収納棚からメチルエチルケトン、トルエン等が検出され、キッチン、洗面化粧台、手洗器付収納棚には木質建材が用いられており、これらに用いられている塗料や接着剤が放散源と考えられる。

2.2 家電製品からの化学物質の発生に関する総論

化学物質の室内発生源は建材のみならず、居住者が室内に持ち込む家具や電化製品等も発生源として考え

られる。しかし、電化製品についての学術的報告は少なく、化学物質発生量等に関する科学的知見が求められている。そこで、本研究では、電気敷毛布やコタツなど居住者が室内に持ち込む電化製品についてホルムアルデヒドとVOCの発生量を明らかにすることを目的とした。

VOCについて、コタツヒーターのユニット使用時に最も高い発生濃度が予想されたが、本実験では電気毛布を購入直後に使用したものが最高値の678 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)を示した。また電気敷毛布は、電源をONにした状態で、洗濯前の濃度は678 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)であり、洗濯後は168 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)を示した。これは、洗濯を施したことによりVOC成分が洗い流され濃度が減少したと考えられる。

ホルムアルデヒドについては27時間使用後に測定したコタツヒーターのユニットが最高値449 (ppb)を示した。電気敷毛布については、洗濯前に測定した濃度は158 (ppb)であり、洗濯後に測定した濃度は57.6 (ppb)を示した。VOC、ホルムアルデヒドの両方において洗濯の効果が認められた。また27時間使用した機器と41時間使用した機器を比較すると後者の方が濃度が小さかった。

今後は、様々な製品についての実験を行い実態を把握することが重要である。

2.3 事務機器からの化学物質の発生に関する総論

本研究では、事務機器からの化学物質発生量を求めるため、チェンバー内に事務機器を設置し、印刷時の化学物質濃度測定を行った。実験結果から、VOC濃度の定常を確認できた。VOC濃度の経時変化について、事務機器からオゾン発生が確認されており、このオゾンがVOCと化学反応を起こすことが考えられるので、機器のVOC発生量を求めるためには、十分な検討が必要である。また、これは印刷時にトナーからの熱転写により、コピー用紙(約50%が水分)の水分が蒸発するため、VOC発生量に及ぼす影響等についても調べる必要がある。

今後の課題としては、より多くの事務機器のVOC濃度上昇特性を確認し、これらの機器VOC発生量について求める必要がある。

2.4 自然塗料及び接着剤からのVOCの発生に関する総論

本研究では、市販されている自然塗料・接着剤が従来のVOC濃度と比較し、どの程度のVOC発生強度を有するのかを調べるものである。

自然塗料、天然接着剤は共に、エステル類、アルコール類、ハロゲン類のジクロロメタン、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン、芳香族炭化水素類のベンゼン、脂肪族炭化水素類のヘキサン、iso-オクタン、ヘプタン、オクタンの発生がほとんどみられなかった。自然塗料、天然接着剤に比べて、従来品からは、ほとんど全ての成分に高い濃度が検出された。また、自然素材を使用した接着剤と塗料に関しては、脂肪族炭化水素類のn-デカン、ウンデカン、ドデカン、芳香族炭化水素類の1,3,5-TMB、1,2,4-TMB、ハロゲン類のp-ジクロロベンゼン、テルペン類の2-ピネンからは接着剤のみに発生をみることができた。従来品と自然素材を使用した塗料・接着剤を比較して、全般的に従来品の濃度が高いことが確認された。しかし、自然素材を使用した塗料・接着剤からの発生も確認され、更に、VOC低減化対策を今後の課題にしたい。

2.5 開放型燃焼器具からの化学物質の発生に関する総論

開放型燃焼器具の使用率が、寒冷地のRC造集合住宅内では80%を超える事が報告されている。高気密化した住宅内で開放型燃焼器具を使用する事により、各種汚染物の高い濃度での室内被曝が予見される。開放型燃焼器具による室内空気汚染は、重要でかつ深刻な問題であり、その対策の第一段階として室内濃度予測法の確立がある。

室内濃度予測は、まず、器具からの汚染質発生量や室内発生特性を定量的に把握せねばならないが、室内濃度予測を前提とした作業は一部の汚染質にしか行われていない状況にある。

本研究では、開放型燃焼器具から発生するVOCについて、ある環境条件における室内濃度の上昇特性と器具発生量を明らかにし、開放型燃焼器具を有する室内のVOC濃度予測の提案や汚染防止対策を講じる上での基礎的研究を行った。

汚染質発生源として開放型燃焼器具について注目したが、ガストーブについては4器具しか行わなかった。今後は、一般住居空間での使用が考えられるその他のガス燃焼器具の発生特性についても把握する必要がある。

3. 対策品の化学物質の除去特性に関する総論

3.1 家庭用空気清浄機の化学物質の除去特性に関する総論

現在、家庭用空気清浄機のVOC除去特性について明らかにされていない現状にある。そこで本研究では、①機器の評価指標である「相当換気量」を用いて化学物質除去を唱えている家庭用空気清浄機のVOC除去特性を明らかにし、②相当換気量を用いた空気清浄機の揮発性有機化合物除去特性について評価する。さらに、③機器の違いと除去効果との関係について検討する。

これらにより、最適な室内空気汚染低減対策を確立する為の基礎的試料を得るものである。

結果から、フィルタ濾過式の空気清浄機の相当換気量 Q_{eq} は、11.49～22.40[m³/h]であり、比較的大きな除去効果が示されたが、除去効果の小さい機器もあった。また、VOC分類毎に相当換気量で評価すると、脂肪族炭化水素、芳香族炭化水素に分類されるVOCが、比較的多く除去される傾向を示した。静電集塵式の機器では、 Q_{eq} がほぼゼロに等しく、VOC除去効果は期待できない結果となった。これは、除去方式がフィルタ濾過式である家庭用空気清浄機は、フィルタ部における吸着剤の使用量に依存した除去効果が期待できるものの、静電集塵式の機器では、このような除去効果がほとんど無いためである。

これらの結果からビル管法における必要換気量20～30[m³/h・人]に近い値を示した空気清浄機は、室内空気環境の改善に寄与できるものと考えられる。

3.2 家庭用空気清浄機の浮遊粒子状物質除去特性に関する総論

家庭用空気清浄機は、室内のタバコ煙(ETS)の除去を主目的として開発されたものである。現在、除去対象汚染物質はタバコ煙のみならず、ガス状物質に変移してきている。しかしながら、アレルギー物質の花粉の除去に関する学術的研究報告はなく、科学的知見が求められている。そこで、本研究では市販されている家庭用空気清浄機の花粉尘除去特性について明らかにすることを目的とするものである。

家庭用空気清浄機の花粉尘除去性能について、除去指標である相当換気量 Q_{eq} (m³/h)を用いて明らかにした。対象粒径が0.3(μm)～1(μm)までは Q_{eq} が31～33(m³/h)であり、2(μm)の粒径では44(m³/h)程度の Q_{eq} が示された。一様拡散ファン非運転時と一様拡散ファン運転時を比較すると、後者の方が顕著な除去効果が認められた。今後、更に多くの機器について花粉除去特性に関する実験を行い、現時点での花粉除去特性に関わる総括的資料を得たい。

3.3 換気システム、空気清浄機、塗装面による室内化学物質濃度低減に関する総論

室内化学物質濃度低減のためには、現行の建築構造、施工方法、施工精度等を鑑みた対策の確立が急務である。

開放型燃焼器具、家具や建材、防虫剤や消臭剤などの家庭用品から様々な有害化学物質が発生しており、室内濃度の上昇が引き起こされている。また、床下の換気性状がよくない場合には、複合フローリング、合板及び接着剤等から発生する化学物質が床下内に滞留し、室内化学物質汚染の原因になると考えられる。床下等の空間における化学物質濃度と床下構成部材からの発生量に関わる研究については、野崎らの研究報告があり、床下等の空間における化学物質の室内移流による室内化学物質汚染メカニズムの解明が行われている。そこで、本研究においては、室内、床下空間における汚染物質低減対策として、①床下内に新たに開発した床下換気装置(消音形キャビネットファン)を設置し、滞留する化学物質の低減効果を求めるものであり、また、②床下下地材の改修による床下空間の化学物質汚染低減効果について求め、次に、③室内における化学物質濃度を実測し、空気清浄機を設置した室内での低減効果を求め、さらに、④塗装面の室内化学物質濃度に与える影響を求めるものである。

(1) 床下換気装置による室内移流化学物質の低減効果

床下換気装置の運転に伴うVOC濃度変化と床下下地材の改修前後のTVOC濃度の変化について検討した。その結果、床下換気装置運転時の床下VOC濃度は、2F床下に関してはVOC濃度の減衰が認められたが、3F床下、天井懐におけるVOC濃度は、明確な減衰効果が見られなかった。原因として、測定時に床暖房を運転しており、3Fに使用されている床下下地材からVOCが発生した影響で、VOC濃度が減衰しなかったものと考えられる。また、床下下地材の改修に伴うVOC濃度は、改修前後で明確な低減効果が確認できた。

(2) 空気清浄機の室内濃度低減効果

空気清浄機の室内化学物質濃度低減効果に関する検討を行った。空気清浄機設置室のVOC濃度は、その他

の室内のVOC濃度より明らかに低く、本空気清浄機は、VOC除去の有効な対策として認められる。

(3) 塗装面による化学物質の低減効果

ここでは、塗装面の室内化学物質濃度に与える影響について検討を行った。塗装面を意図的にビニールシートで被覆することでVOC発生を抑制させることができた。被覆前後共に測定された化学物質では、トルエンがもっとも濃度が高いものの、塗装面を意図的にビニールシートで被覆することによってトルエン濃度が低減できることを確認した。

3.4 日用汚染低減対策品の化学物質除去特性に関する総論

日用汚染低減対策品の性能評価方法が提案され始めているが、特定の形状・原理による低減対策品のみに対応していること、評価手法が煩雑であること、特定の汚染物質に対しての性能評価を前提としていること等、標準的な性能評価手法が定められていないことから日用汚染低減対策品を効果的に除去対策に活用するのが難しいのが現状である。

そこで、本研究では、日用汚染低減対策品の現状を把握し、新たに提案された効果評価手法のうちスクリーニング試験および短期精密試験を検証した。

新たに提案したスクリーニング試験を実施したところ、スクリーニング試験方法が有効であることがわかり、日用汚染低減対策品効果の有無、精密試験の必要性についての暫定的な判定基準を提案した。また、スクリーニング試験の結果、多くの商品はホルムアルデヒド対策を施したために、他の有害化学物質が増加する可能性のある商品があることがわかった。

さらに、化学物質放散量低減材料・気中濃度低減対策機材性能証明試験要領にもとづく短期精密試験のうち、低減量のみを測定を実施したところ、標準ガス発生装置の長期使用に関わる流量低下、対照チェンバーと試料チェンバー間でのガス濃度が均一にならないなどの問題があることがわかった。今後は、濃度依存性、低減効果の持続性を取り入れた長期精密試験を検討する必要がある。

3.5 畳床の床下移流化学物質の吸着性に関する総論

古来より普及している畳建材もこの汚染低減建材である可能性を有する。和室の床は、畳(畳表、畳床)と畳下地材により構成されおり、畳下地材が合板の場合には、合板から発生する化学物質が畳を経由して室内に放散される可能性がある。また、野崎らにより、床下内の化学物質汚染とその室内移流問題が明らかにされており、発生・移流化学物質の処理が問題とされている。稲わら等の天然素材で構成される畳床は、床下から移流する化学物質を吸着する可能性がある。そこで、本研究では、天然素材としての稲わら、及びそれらを用いて作られている畳床に着目して、床下移流化学物質の吸着性について、実験室実験により調べることを目的とした。

実験結果から、畳床によるVOC吸着性については、稲わらにより構成されている畳床の吸着性が大きいと考えられる。また、畳床からのVOC発生については、インシュレーションボード等の木質系の繊維を繊維板化する過程で何らかの接着系の材料が用いられ、VOCの発生に至った可能性が考えられる。

稲わらによるVOC吸着性については、空隙になっている稲わらの内側への吸着や、表面への吸着が考えられる。また、稲わらからVOCの発生が確認されたが、天然素材の稲わらから、溶剤系のVOC発生するとは考えにくい。これは、稲わらがそれまでに吸着していたVOCを再放出した可能性が考えられ、稲わらの保管状態と再放出との関係を求める必要がある。

今後の課題としては、畳によるVOCの吸着メカニズムとその吸着量、畳からのVOC発生のメカニズムと発生量、畳及び稲わらの再放出量、加熱乾燥後の畳によるVOCの吸着効果等を明らかにすることが挙げられる。

3.6 封止系塗料による発生源制御に関する総論

グラフト重合塗膜剤とはアミノ基、スルホン基などのイオン交換基をグルコースに付加重合するのに放射線を照射を用い、これをアクリルアミドなどの接着性基材と混合したものである。86%水溶液として建材表面に塗布し、1日室温放置し、乾燥するものである。グラフトンラボラトリーズ(株)製NF型を使用した。

今回はホルムアルデヒドについて適用し、評価は室内濃度及び部位別発散量によって行った。建材単体の発生速度と使用量、換気回数、容積からの計算濃度は合わないことが少なくない。施工状態での発生速度はそれらの重層や隙間の状態によって影響を受けるため、それ故施工後の部位別寄与率を求めるために実測

が求められる。ホルムアルデヒドについて、TEA-Dish濾紙捕集/AHMT吸光光度法により測定し、補助的にVOC濃度も測定した。

(1) 濃度レベルについて

気温湿度とも低い冬期間の測定で低く、11-12℃、54-55%であったが、対策施行した部屋も、そうでない部屋もほぼ同一条件なので比較するのには問題はない。濃度レベルはホルムアルデヒドは未対策室でも0.03ppmであった。一方、TVOCはそれぞれ1.4、2.4mg/m³であった竣工2週間後の測定値としては低いレベルである。なお、測定日の換気回数は0.18回/hであった。

(2) 対策の評価

塗膜およびシートの挿入はホルムアルデヒドについては濃度をほぼ半減させ、TVOCについては約40%減少させる効果が認められた。これは塗膜による発散の抑制、一旦発生したホルムアルデヒドの吸着による。しかしチッキン収納の扉のメラミン化粧版など撥水性で平滑な面への塗布が不可能であるなどの課題もある。種々の施行例による評価が求められる。

(3) 部位別寄与率

対策を行うのに施工後の部位別寄与率の測定は有用である。寄与率は単位面積の単位時間当たりの発散速度と当該部位の面積との積を全部位からの発散量で除した値として求められる。表-3.9.1の結果より寄与率は居間収納(押し入れ)、次いで居間壁紙、天井、ドアの順であったのでこれらの順で対策を進めると効率的である。なお、発生速度は居間収納内部のベニヤが際立って高く、次いで居間床、ドア表面、天井である。同じ図からグラフト重合高分子塗膜は収納のベニヤと天井材、次いで床のフローリング(シートの挿入をしたパーティクルボードを含めて)に対して有効であったといえる。一方チッキン収納の扉はほとんど減少していないことが見て取れる。

3.7 光触媒による化学物質除去特性に関する研究

近年、化学物質による室内の空気汚染問題に社会的な注目を集めている。現代社会において室内に多種の化学物質が使用されていることはその問題の一因とされている。住居環境においてはガラス、金属、タイルの極一部を除けば、室内殆ど全てのものから化学物質が放散されるといっても過言ではない。室内化学物質の放散には、①建材からの放散(新築または改築直後の放散量が多く、時間が経つとともに減少する。)と、②清掃に伴う放散(定期的・間欠的に放散する。)の他に、③生活用品に関連する放散(常時に放散する)がある。上記の①と②については多くの研究がなされ、一定の成果が収められているが、③については、その発生源の多さもあって、未だにその全貌が明らかにされていない。

そこで、本研究では、上記の③を注目し、生活用品からの化学物質の発生量を明らかにするとともに、室内濃度を低減させるための対策品を用いた場合、その効果を定量的に検証する。H14年度では、文献調査により研究対象を洗剤に絞り、洗浄時の皿洗い器と洗浄後の食器からの発生量を定量化するための試験方法を検討した。また、対策品として光触媒タイルを用い、それによる濃度低減効果の評価方法も検討した。H15年度では、上記の発生量と低減効果を求めるための試験を行う予定である。

資料 研究成果等の概要

資料-1 成果刊行物に関する一覧表

本研究の研究成果に関する刊行物の一覧表を下表に示す。

表 本研究事業に関する研究成果刊行物

著書					
著者名	著書名	出版社・編集者名	出版年		
野崎淳夫他8名	室内空気質環境設計法	日本建築学会編	2002年		
野崎淳夫他5名	室内空気清浄便覧	オーム社	2000年		
原著論文					
著者名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
野崎淳夫、飯倉一雄他	家庭用空気清浄機のカス状物質除去特性に関する研究、ホルムアルデヒド除去効果	日本建築学会計画系論文集	No. 554	pp. 35 ~40	2002年
発表論文					
著者名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
野崎淳夫、飯倉一雄他	PIDモニタにおける室内VOC濃度の測定性に関する研究	室内環境学会平成14年度総会抄録集	Vol. 5, No. 2	pp. 174 ~175	2002年
野崎淳夫、飯倉一雄	床下、天井裏、壁体内等における化学物質濃度の発生と室内移流に関する研究	室内環境学会平成14年度総会抄録集	Vol. 5, No. 2	pp. 190 ~193	2002年
野崎淳夫、鈴木研司	床下等の空間における化学物質の濃度と構造部材からの発生量に関わる研究、室内空気環境とその快適性に関する研究 (その1)	大気環境学会北海道東北支部総会抄録集	Vol. 9	pp. 36 ~37	2002年
野崎淳夫、飯倉一雄他	家庭用空気清浄機のホルムアルデヒド除去特性、室内空気環境とその快適性に関する研究 (その2)	大気環境学会北海道東北支部総会抄録集	Vol. 9	pp. 38 ~39	2002年
野崎淳夫、大懸崇史他	家庭用空気清浄機のVOC除去特性、室内空気環境とその快適性に関する研究 (その3)	大気環境学会北海道東北支部総会抄録集	Vol. 9	pp. 40 ~41	2002年
野崎淳夫、杉野目陽子	汚染低減対策品における測定評価法、室内空気環境とその快適性に関する研究 (その4)	大気環境学会北海道東北支部総会抄録集	Vol. 9	pp. 42 ~43	2002年
野崎淳夫、浅野康明	開放型燃焼器具からのホルムアルデヒドの発生、室内空気環境とその快適性に関する研究 (その5)	大気環境学会北海道東北支部総会抄録集	Vol. 9	pp. 56 ~57	2002年
野崎淳夫、鈴木奈々	自然塗料および接着剤からのVOCの発生、室内空気環境とその快適性に関する研究 (その6)	大気環境学会北海道東北支部総会抄録集	Vol. 9	pp. 58 ~59	2002年
野崎淳夫、景山貴浩	畳建材におけるVOCの低減化効果、室内空気環境とその快適性に関する研究 (その7)	大気環境学会北海道東北支部総会抄録集	Vol. 9	pp. 60 ~61	2002年
野崎淳夫、橋本康弘、古川哲也	衣料品からのホルムアルデヒドとVOCの発生、室内空気環境とその快適性に関する研究 (その11)	大気環境学会北海道東北支部総会抄録集	Vol. 9	pp. 68 ~69	2002年
野崎淳夫、飯倉一雄	畳による室内化学物質濃度の低減性に関する研究	空気調和・衛生工学会学術講演論文集	II	pp. 681 ~684	2002年
野崎淳夫、飯倉一雄	スプレー式塗料から発生するVOCと室内空気汚染に関する研究	空気調和・衛生工学会学術講演論文集	II	pp. 685 ~688	2002年
野崎淳夫、飯倉一雄他	家庭用空気清浄機による室内化学物質の除去特性に関する研究	空気調和・衛生工学会学術講演論文集	III	pp. 1193 ~1196	2001年
野崎淳夫、飯倉一雄他	家庭用空気清浄機によるホルムアルデヒドの除去特性に関する研究	日本建築学会講演梗概集	D II	pp. 881 ~882	2001年
野崎淳夫、池田耕一、松村年郎	防蟻・防虫剤による室内空気汚染の実態とメカニズム	室内環境学会総会講演論文集	Vol. 3, No. 2	pp. 138 ~141	2000年
野崎淳夫、池田耕一、松村年郎	防蟻剤・防虫剤等より発生する化学物質に関する研究	空気調和・衛生工学会学術講演論文集	II	pp. 513 ~516	2000年

資料-2 研究成果による特許権等の知的財産権の出願・登録状況

本研究による特許権等の知的財産権の出願・登録は、現時点で無い。

資料-3 健康危険情報

本研究による研究危険情報は、現時点で特に無い。